

Klinik für Reproduktionsmedizin
der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

Direktor: Prof. Dr. med. vet. Heinrich Bollwein

Sonographische Untersuchungen an Plazenta, Uteruswand und fetalen Hüllen des Rindes

INAUGURAL-DISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der
Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich

vorgelegt von

Susanne Peterson

Tierärztin
aus Karlsruhe, Deutschland

genehmigt auf Antrag von

Prof. Dr. med. vet. U. Bleul, Referent

Prof. Dr. med. vet. A. Boos, Korreferent

Zürich 2012

Inhaltsverzeichnis

1	Zusammenfassung.....	3
2	Summary.....	4
3	Einleitung und Zielsetzung.....	5
4	Literaturübersicht.....	6
4.1	Plazentation bei den Haussäugetieren.....	6
4.1.1	Die verschiedenen Plazentatypen.....	6
4.1.2	Plazenta des Rindes.....	8
4.2	Grundlagen der Ultrasonographie.....	8
4.3	Gynäkologische Ultraschalldiagnostik beim Rind.....	12
4.3.1	Uterusbefunde.....	12
4.4	Ultrasonographische Untersuchungen der Plazenta bei anderen Tierarten und beim Menschen.....	20
4.4.1	Ultrasonographie der Plazenta beim Pferd.....	20
4.4.2	Ultrasonographie der Plazenta beim kleinen Wiederkäuer.....	22
4.4.3	Ultrasonographie der Plazenta bei Hund und Katze.....	24
4.4.4	Ultrasonographie der Plazenta beim Menschen.....	26
5	Material und Methodik.....	29
5.1	Material.....	29
5.1.1	Teil 1.....	29
5.1.2	Teil 2.....	29
5.2	Methodik.....	30
5.2.1	Teil 1.....	30
5.2.2	Teil 2.....	30
5.3	Statistik.....	44
5.4	Tierversuchsbewilligung.....	44
6	Ergebnisse.....	45
6.1	Sonographische Untersuchungen an exenterierten, graviden Uteri (Teil 1).....	45
6.1.1	Vergleich der Ultraschallbilder mit den Gefrierschnittfotos.....	45
6.1.2	Histologie.....	50
6.2	Sonographische Verlaufsuntersuchungen an graviden Kühen (Teil 2).....	52
6.2.1	Zu den untersuchten Tieren und den Untersuchungen.....	52
6.2.2	Sonographisches Erscheinungsbild der Plazenta bei Kühen.....	52
6.2.3	Ergebnisse der Messungen.....	60
6.2.4	Tabellarische Übersicht über Regressionsgleichungen, Korrelationskoeffizienten und den Einfluss des Alters der Kühe.....	139
6.2.5	Echogenität der fetalen Flüssigkeiten.....	142
7	Diskussion.....	144
7.1	Sonographische Anatomie der bovinen Plazenta.....	144
7.2	Uteruswanddicke mit anliegendem Allantochorion (Chorion laeve) im interkarunkulären Bereich (CTUP).....	145

7.3	Struktur und Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion	147
7.4	Struktur und Dicke des Myometriums	147
7.5	Struktur und Dicke des Myometriums unterhalb von Plazentomen	148
7.6	Vermessung der Plazentome	148
7.7	Vermessung der Karunkelstiele	153
7.8	Vermessung der Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze.....	154
7.9	Messung des hyperechogenen Randsaums der Plazentome.....	155
7.10	Echogenität der fetalen Flüssigkeiten	156
7.11	Schlussfolgerung	157
8	Literaturverzeichnis.....	159
9	Anhang	166
9.1	Abkürzungsverzeichnis	166
9.2	Untersuchungsprotokoll	167

1 Zusammenfassung

Die Beschreibung der sonoanatomischen Struktur der bovinen Plazenta sowie ihrer Veränderungen bei physiologisch verlaufenden Graviditäten stellte das Ziel dieser Arbeit dar. Es wurden transrektal mit einem 8-MHz-Linearschallkopf folgende Parameter untersucht: Durchschnittliche Dicke des Endometriums, Myometriums und Myometriums distal von Plazentomen, Höhe und Breite der Plazentome sowie der Karunkelstiele, Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze und die durchschnittliche Dicke des die Plazentome umgebenden hyperechogenen Randsaums. Die Vermessung von Uteruswand und Plazentomen erfolgte im Bereich nahe der Zervix, des Uteruskörpers, des Uterushorns und der Hornspitze sowohl im fruchttragenden als auch im nicht-fruchttragenden Uterushorn. Die Plazentome zeigten bis zur 27. Woche der Gravidität eine kontinuierliche Grössenzunahme, die sich bis zur 31. Woche der Gravidität stark verlangsamte und bis zur Geburt stagnierte. Im fruchttragenden Uterushorn befanden sich grössere Plazentome im Vergleich zum nicht-fruchttragenden Uterushorn. Zudem wiesen die Plazentome im Bereich der Hornspitze eine weitaus geringere Grösse auf als diejenigen im Bereich der Hornmitte, des Corpus uteri und nahe der Zervix. Der hyperechogene Randsaum der Plazentome, das Endometrium und Myometrium veränderten sich nicht wesentlich im Laufe der Gravidität. Die Plazentometrie sowie die Sonoanatomie stellen ein geeignetes Verfahren zur Beurteilung der Plazenta bei Rindern dar.

2 Summary

The objective of this study was to describe the sonographic anatomy of the placenta and to determine its in vivo development during normal pregnancy in cows. All examinations were performed transrectally using an 8 MHz linear transducer. Thickness and appearance of the endometrium, myometrium and myometrium below the placentomes, length and width of placentomes as well as of the stalks of placentomes and their shape, the distance between the tip of stalk of placentomes and the farthest point of the placentome and the thickness of the hyper-echodense border of the placentomes were assessed in different areas of the uterus: close to the cervix, close to the uterine corpus, in the region of the horn and close to the tip of the pregnant and non-pregnant uterine horn. The size of placentomes increased steadily until week 27 of gestation followed by a slight increase until week 31 of gestation and stagnated afterwards through term with reaching a plateau in the growth curve. In the non-pregnant horn smaller placentomes were found compared to the pregnant horn. Placentomes in the area of the tip of the pregnant horn were smaller than those in the area of the horn, corpus or close to the cervix. The hyper-echodense borders of the placentomes, the endometrium and myometrium showed no alterations throughout pregnancy. Ultrasonographic monitoring of pregnancies, especially examinations of placentae may be a valuable diagnostic tool to assess bovine placentae.

3 Einleitung und Zielsetzung

In der Humanmedizin stellt die sonographische Untersuchung der Plazenta einen wichtigen Bestandteil der Routineuntersuchung in der pränatalen Diagnostik dar. Die sonographisch gemessene Dicke der Plazenta und die Beschaffenheit ihrer sonoanatomischen Struktur geben Hinweise auf die Intaktheit einer Schwangerschaft (JAUNIAUX et al. 1994, TONGSONG und BOONYANURAK 2004).

Die routinemässig durchgeführten ultrasonographischen Untersuchungen der Plazenta sind in der Veterinärmedizin noch nicht vollständig etabliert, haben jedoch in der Pferdegynäkologie einen festen Platz eingenommen. So wurden bei der Stute Verfahren zur Beurteilung der Plazenta entwickelt, die die frühzeitige Identifizierung einer Risikoträchtigkeit ermöglichen (RENAUDIN et al. 1999, BUCCA et al. 2005).

Bisher beschränkt sich der Einsatz der Sonographie beim Rind jedoch auf die Darstellung von Follikeln und Gelbkörpern, von intrauterinen Flüssigkeitsansammlungen und der Abbildung des Embryos in der Frühgravidität (KÄHN 1991). Somit ist der Einsatz der Sonographie beim Rind meist auf die ersten Trächtigkeitswochen begrenzt und ist zu späteren Graviditätszeitpunkten von geringerer Bedeutung für die tägliche Praxis.

In neuesten Studien beim Rind über durch Klonierung entstandene Trächtigkeiten im Vergleich zu durch künstliche Besamung hervorgerufene Graviditäten zeigten sich bei der ultrasonographischen Untersuchung der Plazenta erhebliche Unterschiede (KOHAN-GHADR et al. 2008).

Ziel dieser Arbeit ist es, anhand von Verlaufsuntersuchungen Basisdaten für das Wachstum der bovinen Plazenta aufzustellen und zudem die sonoanatomische Struktur der Plazenta bei physiologisch verlaufenden Trächtigkeiten zu dokumentieren. Dies soll dazu dienen, sonographisch darstellbare Plazentaveränderungen und damit Störungen der Trächtigkeit zu erkennen und die fetale Gesundheit einzuschätzen.

4 Literaturübersicht

4.1 Plazentation bei den Haussäugetieren

Bei den höher entwickelten Säugetieren entwickelt sich der Embryo im Schutz der Gebärmutter. Er ist an die Ausbildung eines fetomaternalen Austauschorgans, die Plazenta, gebunden. Die Plazenta sorgt für die fortlaufende Bereitstellung von Nähr- und Aufbaustoffen und für die Ausscheidung fetaler Stoffwechselendprodukte. Neben dem Schutz gegen äussere Noxen schützt sie den Fetus in gewissem Umfang auch gegen Bakterien und Viren und ist zudem zur Hormonbildung befähigt (SCHNORR 1996).

Die Plazenta besteht aus der Pars fetalis, Placenta fetalis (Chorion) und der Pars uterina, Placenta materna (Endometrium) (SCHNORR 1996).

4.1.1 Die verschiedenen Plazentatypen

Die Plazenten kommen bei den Haussäugetieren in unterschiedlichen Erscheinungsformen vor. Die Unterschiede zeigen sich in der äusseren Form, der Innigkeit der fetomaternalen Verbindung und im Grad der Gewebeerstörung (SCHNORR 1996).

4.1.1.1 Einteilung nach dem Verhalten bei der Geburt

Abhängig vom Zustand der Uterusmukosa nach Abgang der Nachgeburt wird zwischen der adeciduaten Plazenta (Semiplacenta) und der deciduaten Plazenta (Placenta vera) unterschieden. Bei der adeciduaten Plazenta bleibt die Gebärmutterschleimhaut fast vollständig erhalten, da sich die Chorionzotten aus der Uterusmukosa ohne Gewebsverluste und Blutungen aus mütterlichen Gefässen lösen. Das Pferd, der Wiederkäuer und das Schwein besitzen eine adeciduate Plazenta.

Die deciduate Plazenta ist durch die äusserst innige Verbindung zwischen Chorion und Endometrium mit teilweisem Gewebsabbau gekennzeichnet. Die veränderten Teile der Uterus-schleimhaut wird als Decidua (lat.: hinfällige Haut) abgestossen und es entstehen grossflächige Wundflächen und Blutungen. Die deciduate Plazenta kommt bei Hund, Katze, Ratte, Maus, Mensch und anderen Primaten vor (SCHNORR 1996, DANZTER und LEISER 1998).

4.1.1.2 Einteilung nach der äusseren Form und Ausdehnung der Plazenta

Die Verteilung und Anordnung der Zotten des Chorions bestimmen weitgehend die äussere Form der Plazenta. Es kommen zottenbesetzte, Chorion frondosum, und zottenfreie Abschnitte, Chorion laeve, vor.

Bei der Placenta diffusa sind die Zotten gleichmässig über das gesamte Chorion verteilt und haften an dem Endometrium. Diese Form der Plazenta kommt als Semiplacenta diffusa completa beim Pferd und als Semiplacenta diffusa incompleta beim Schwein vor, bei dem die Fruchtsackenden zottenfrei sind.

Die Placenta multiplex s. cotyledonaria kommt bei Wiederkäuern vor. Auf dem Chorion bilden sich Zottenbüschel, die Kotyledonen, aus, die sich mit den Uteruskarunkeln zu Plazentomen vereinigen. Die restlichen Chorionabschnitte sind zottenfrei.

Die Placenta zonaria findet sich bei Hund und Katze. Bei dieser Form der Plazenta ist nur ein gürtelförmiger Bezirk des Chorions mit Zotten besetzt.

Bei der Placenta discoidalis ist ein scheibenförmiger Bezirk des Chorions mit Zotten besetzt. Sie kommt bei Nagern und Primaten vor (SCHNORR 1996, DANZTER und LEISER 1998).

4.1.1.3 Einteilung nach den Schichten zwischen fetalem und maternem Blutkreislauf

Der fetale und maternale Blutkreislauf ist durch Gewebsschichten, die sogenannte Plazentarschranke, getrennt. Liegt kein Gewebsabbau vor, so sind zwischen mütterlichem und fetalem Blut folgende Schichten ausgebildet: Mütterliches Blutgefässendothel, Uterusepithel, Chorionepithel und fetales Blutgefässendothel einschliesslich ihrer Basalmembranen. Diese Form der Plazenta wird Placenta epitheliochorialis bezeichnet und kommt bei Pferd, Wiederkäuer und Schwein vor.

Bei der Placenta endotheliochorialis kommt es zum Abbau des Uteruspithels und das Chorion legt sich direkt an das Endothel der mütterlichen Gefässe an. Dieser Plazentatyp findet sich bei Hund und Katze.

Wird auch das Gefässendothel des Endometriums zerstört, grenzt das Chorionepithel direkt an mütterliches Blut. Diese Form der Plazenta wird Placenta haemochorialis bezeichnet und kommt bei Primaten, Nagetieren und Kaninchen vor (SCHNORR 1996, DANZTER und LEISER 1998).

4.1.1.4 Einteilung nach Anordnung der Embryonalhüllen

Als Placenta chorionica wird die noch nicht vaskularisierte Placenta fetalis, die bei den meisten Spezies nur in der frühen Entwicklungsphase vorhanden ist, bezeichnet. Beim Schwein ist sie jedoch an den Fruchtsackenden permanent nachweisbar.

Die von der Allantois und dem Chorion gebildete Placenta chorioallantoica bedeckt als Hauptplazenta beim Pferd fast die ganze, beim Wiederkäuer etwa $\frac{2}{3}$, beim Schwein ca. $\frac{3}{4}$ und beim Fleischfresser ungefähr $\frac{9}{10}$ der Plazentaroberfläche.

Beim Wiederkäuer und beim Schwein bleibt dorsal des Fetus das Amnion mit dem Chorion verbunden. Diese Placenta chorioamniotica macht beim Wiederkäuer etwa $\frac{1}{3}$ und beim Schwein ca. $\frac{1}{4}$ der Plazentaroberfläche aus.

Bei Pferd und Fleischfresser wird die Placenta chorioallantoica durch eine zeitweise funktions-tüchtige Dottersackplazenta, die Placenta choriovitellina, ergänzt (SCHNORR 1996, DANZTER und LEISER 1998).

4.1.2 Plazenta des Rindes

Das Rind hat eine Placenta multiplex oder cotyledonaria. Die feto-maternale Verbindung erfolgt über Plazentome, deren fetaler Anteil als Kotyledone und deren maternaler Anteil als Karunkel bezeichnet wird.

Etwa 75 bis 120 Karunkeln sind in zwei mesometrialen und zwei antimesometrialen Längsreihen in der Gebärmutter angeordnet. Sie werden schon in der Fetalphase angelegt.

Die Karunkeln sind im ausgereiften Zustand kissen- oder knopfförmig. Sie besitzen einen bindegewebigen Karunkelstiel, der grössere zu- und abführende Gefässe enthält und seitlich von drüsenloser Schleimhaut bedeckt wird. Die Karunkelköpfe werden von den Kotyledonen kappenartig überzogen. Die stark verzweigten Chorionzotten der Kotyledonen senken sich tief in das einschichtige Epithel der Krypten der Uterusschleimhaut ein, so dass ein zerklüftetes Labyrinth besteht. Die Chorionzotten bestehen aus dem bindegewebigen Grundstock mit gut entwickelten Blutgefässen und einem einschichtigen Epithel. Zwischen fetalem und maternalem Epithel kommt es durch das Ineinandergreifen gegenüberliegender Mikrovilli zu einer innigen Verbindung (RÜSSE 1991, SCHNORR 1996).

4.2 Grundlagen der Ultrasonographie

Die Ultrasonographie erweitert das Spektrum der diagnostischen Möglichkeiten in der Veterinärmedizin erheblich. Sie gehört zu den bildgebenden Verfahren, die es ermöglicht, ohne

ionisierende Strahlen und völlig nichtinvasiv detaillierte Einblicke in das Körperinnere zu gewinnen (FLÜCKIGER 1990, EBERSPÄCHER 1991).

Zur Bilderzeugung werden hochfrequente Schallwellen zwischen 2 und 10 MHz verwendet, die für den Menschen weit oberhalb des hörbaren Bereichs (etwa 20 kHz) liegen. Sie werden durch ein keramisches Material, dem piezoelektrischen Kristall, erzeugt. Er wird bei Anlegen einer Wechselspannung mechanisch verformt und emittiert kurze Schallimpulse von wenigen Mikrosekunden Dauer (umgekehrter piezoelektrischer Effekt). Wird ein Schallkopf auf die Körperoberfläche aufgelegt, breiten sich die Schallwellen aufgrund des unterschiedlichen Widerstandes der verschiedenen Gewebe, der akustischen Impedanz, mit unterschiedlicher Geschwindigkeit im Körper aus. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit für Weichteilgewebe beträgt etwa 1540 Meter pro Sekunde, für Knochen ca. 4000 Meter pro Sekunde und für Luft ungefähr 330 Meter pro Sekunde (FLÜCKIGER 1990, EBERSPÄCHER 1991, BARR 1992, FRITSCH und GERWING 1993).

Der Kristall arbeitet gleichzeitig als Sender und Empfänger. Dies ist möglich, weil die Intervalle zwischen den ausgesendeten Ultraschallimpulsen lang genug sind, dass die Echos vom einen Impuls empfangen und analysiert werden können, bevor der nächste Impuls ausgesendet wird. Die vom Kristall ausgesendeten Schallwellen werden im Körperinneren an vielen Grenzflächen reflektiert und zwar umso stärker, je grösser der Impedanzunterschied ist. Die auftreffenden Echos verformen den Kristall und führen wegen des piezoelektrischen Effektes wieder zur Bildung eines elektrischen Signals. Diese Signale werden auf ihre Stärke und ihren Herkunftsort analysiert und auf dem Bildschirm wiedergegeben (FLÜCKIGER 1990, BARR 1992). Werden viele nebeneinanderliegende Schallquellen kurz nacheinander aktiviert, werden die zurückgeworfenen Echos, je nach Intensität des Signals, als Lichtpunkte unterschiedlicher Helligkeit und Graustufe auf dem Monitor zu einem zweidimensionalen Schnittbild des Organs zusammengesetzt (FLÜCKIGER 1990, EBERSPÄCHER 1991).

Schallfrequenz und die Zusammensetzung der untersuchten Gewebe beeinflussen die Eindringtiefe (Penetration) der Ultraschallwellen. Sie ist durch Refraktion (Ablenkung), Reflexion (Echobildung) und Absorption (Umwandlung in Wärme) begrenzt und somit schwächt sich die Schallwelle beim Durchdringen von Gewebe nach und nach ab (Dämpfung, Attenuierung). Ultraschallwellen können Luft oder gashaltige Anteile des Magen-Darm-Traktes sowie mineralisierte Strukturen wie Knochen nicht penetrieren. Sie werden an der Grenzfläche zwischen Weichteilen und Gas bzw. Luft vollständig, zwischen Weichteilen und Knochen zu etwa 50% reflektiert, der Rest wird absorbiert. An der Grenzfläche entsteht eine echoreiche Linie und dahinterliegende Strukturen werden nicht mehr abgebildet. Es entsteht ein Schallschatten. Im

Gegensatz dazu penetrieren Ultraschallwellen Flüssigkeiten vollständig ohne Echobildung und es kommt wegen der hohen Schallintensität zu einer relativen Schallverstärkung. Dadurch werden Strukturen in oder hinter flüssigkeitsgefüllten Zonen besonders gut sichtbar (FLÜCKIGER 1990, EBERSPÄCHER 1991, BARR 1992, FRITSCH und GERWING 1993).

Das Auflösungsvermögen (Resolution) beschreibt den Mindestabstand zweier auf dem Bild gerade noch voneinander getrennt darstellbarer Punkte. Das Auflösungsvermögen und die Eindringtiefe verhalten sich umgekehrt proportional zueinander. Je höher also die verwendete Schallfrequenz, desto besser ist die Auflösung, aber umso grösser ist die Dämpfung im Gewebe und entsprechend geringer die Penetration. Deshalb wird für oberflächliche Strukturen ein hochfrequenter Schallkopf von 7.5 bis 10 MHz und ein niederfrequenter Schallkopf von 3.5 bis 5 MHz für tief im Körperinneren gelegene Strukturen verwendet. Eine 3-MHz-Sonde hat theoretisch eine Eindringtiefe von bis zu 25 cm, kann jedoch einzelne, hintereinanderliegende Strukturen erst bei einem Abstand von 1 mm unterscheiden. Mit einer 10-MHz-Sonde werden Strukturen zwar nur bis zu 4 cm Tiefe dargestellt, jedoch können sie mit nur 0.2 mm Abstand voneinander separat erkannt werden. Am lebenden Tier werden solch hohe Auflösungen kaum erreicht und sonographisch voneinander abgrenzbare Strukturen müssen mindestens eine Ausdehnung von 1-2 mm haben (FLÜCKIGER 1990, BARR 1992).

Es gibt in der Ultraschalldiagnostik unterschiedliche Bildwiedergabeverfahren. Das einfachste Wiedergabeverfahren ist der A-Mode (A-Bild, Amplituden-Modulation), bei dem die Echos eines einzigen Ultraschallstrahls als vertikale Ausschläge auf einer horizontalen Linie dargestellt werden. Die Höhe eines Ausschlages entspricht der Echostärke, die Strecke auf der horizontalen Achse entspricht der Lage der reflektierenden Struktur.

Im B-Mode-Verfahren (B-Bild, Brightness = Helligkeits-Modulation) werden mehrere Ultraschallstrahlen verwendet und die wiederkehrenden Echos von jedem einzelnen Strahl analysiert, auf dem Bildschirm als einzelne Punkte sichtbar gemacht und zu einem zweidimensionalen Bild zusammengesetzt. Diese entspricht einer Schnittebene durch den Körper.

In der heutigen Human- und Veterinärmedizin wird am häufigsten das Real-Time-Verfahren (Echtzeitverfahren, schnelles B-Bild) angewandt. Dabei wird im Gegensatz zum Compound-Scan (langsames B-Bild) eine schnelle Bildfolgefrequenz erreicht ($>15/\text{Sekunde}$) und so in Sekundenbruchteilen ein Schnittbild aufgebaut, mit dem auch Bewegungsvorgänge beobachtet werden können.

Beim M-Mode-Verfahren (M-Bild, Motion = Bewegungs-Modulation) wird ein einziger Ultraschallstrahl verwendet und die Echos auf einem Monitor dargestellt, indem sie zeitlich fortlaufend nach rechts wandern. Dabei werden die Bewegungen von Grenzflächen als Kurven

dargestellt und die Messung von Geschwindigkeit und Ausmass der Bewegung ermöglicht. Somit lassen sich Bewegungsabläufe von Strukturen wiedergeben. Dieses Verfahren eignet sich besonders für die Kardiologie (BARR 1992, FRITSCH und GERWING 1993).

In der Ultraschalldiagnostik werden unterschiedliche Sonden verwendet. Die einzelnen Piezokristalle sind in den Sonden unterschiedlich angeordnet. Es gibt Parallel-, Sektor- und Konvexsonden. Sie unterscheiden sich in der Anordnung (Array) der Kristalle (EBERSPÄCHER 1991, FRITSCH und GERWING 1993). In einem Linear Array liegen die Kristalle linear nebeneinander und werden abwechselungsweise aktiviert. Die Sonde ermöglicht ein grosses Blickfeld mit guter Nah- und Lateralauflösung und eine einfache Orientierung, benötigt jedoch eine relativ grosse Ankopplungsfläche auf der Haut. Der Konvex-Scan, auch Curved Array genannt, hat dieselbe Kristallanordnung wie der Linear-Scan, jedoch befinden sich die Kristalle auf einer konvexen Oberfläche, so dass ein leicht divergierendes Blickfeld entsteht. Bei dieser Sonde ist von Vorteil, dass die Ankopplungsfläche kleiner und der Bildausschnitt in der Tiefe grösser ist. Nachteilig sind jedoch ein kleineres Blickfeld im Nahbereich sowie die relativ schnelle Abnahme der lateralen Auflösung mit zunehmender Eindringtiefe.

Bei einer Sektorsonde werden die Schallwellen divergierend von einem relativ kleinen Schallkopf ausgesandt und führen zu einem fächerförmigen Blickfeld. Mechanische Sektor-Schallköpfe besitzen einen oder wenige Kristalle, die durch einen Motor bewegt werden. Die Kristalle rotieren entweder um eine Achse oder ein einziger Kristall pendelt hin und her. Der elektronische Sektor-Schallkopf, auch Phased Array Sektor-Schallkopf genannt, enthält eine Gruppe fest eingebauter Einzelkristalle, die elektronisch kurz nacheinander aktiviert werden. Sowohl beim mechanischen als auch beim elektronischen Sektor-Scan wird der Schallstrahl fächerförmig ausgesendet. Dies führt zu einem kleinen Blickfeld und schlecht beurteilbaren Nahfeld, schlechter Auflösung sowohl in der Tiefe als auch in den Randzonen und zu einer schwierigen Orientierung. Von Vorteil sind ihre geringe Grösse, ihre leichte Handhabung und ihre kleine Ankopplungsfläche auf der Haut (BARR 1992, FRITSCH und GERWING 1993).

Abschliessend ist zu bemerken, dass aufgrund der sehr geringen Schallintensität von $10\text{-}50\text{ mW/cm}^2$ kein Risiko für Gewebsschädigung durch thermische, mechanische, chemische oder teratogene Wirkung des Schalls besteht (FRITSCH und GERWING 1993). Die Ultraschalldiagnostik ist somit ein sehr schonendes Untersuchungsverfahren, das beliebig oft wiederholt werden kann (EBERSPÄCHER 1991).

4.3 Gynäkologische Ultraschalldiagnostik beim Rind

Die Sonographie kann beim Rind sehr sinnvoll zur Befunderhebung am Uterus und an den Ovarien eingesetzt werden (CHAFFAUX et al. 1982, PIERSON und GINTHER 1984a und b, REEVES et al. 1984, KÄHN 1985, TAVERNE et al. 1985, WHITE et al. 1985). Dabei stehen die Darstellung von Follikeln und Gelbkörpern sowie die Abbildung von sehr kleinen Strukturen wie dem Embryo, der dünnen Fruchtblase und geringgradige intrauterine Flüssigkeitsansammlungen im Vordergrund (KÄHN 1991).

Für die zuverlässige Darstellung frühembryonaler Strukturen im Uterus und kleiner Funktionsgebilde an den Ovarien ist die Abbildungsqualität des Ultraschalls bei einer Frequenz von 3–3.5 MHz unzureichend (KÄHN 1991). Ultraschall mit einer Frequenz von 5 MHz ermöglicht die Darstellung blasiger Strukturen ab einem Durchmesser von 3–5 Millimetern (DOBRINSKI und KREMER 1982). Die Bildqualität kann durch das Einsetzen von Ultraschall mit einer Frequenz von 7.5 MHz weiter gesteigert werden (KÄHN 1991).

Ultraschall mit einer Frequenz von 3.5 MHz mit einer Eindringtiefe von 12–15 cm kann bei fortgeschrittener Gravidität oder bei pathologisch vergrößertem inneren Genitale eingesetzt werden (KÄHN 1991).

4.3.1 Uterusbefunde

4.3.1.1 Nicht-gravider Uterus

Ein Längsschnitt durch den Uterus zeigt sich bei dorsoventralem Strahlengang, wenn ein linearer Ultraschallkopf von dorsal auf das Organ aufgelegt wird. Wird die Linearsonde leicht nach rechts und links geschwenkt, ist der Uterus mit beiden Hörnern darstellbar. Der Umriss der grossen Kurvatur des Uterus ist mit seiner konvexen Form deutlich sichtbar, wohingegen die kleine Kurvatur, der mesometriale Rand des Uterus, meist undeutlich zu erkennen ist. Es ist nahezu unmöglich, den gesamten Verlauf der widderhornartigen Krümmung eines Uterushorns abzubilden. Aufgrund seiner Windungen wird der Uterus daher an mehreren Stellen angeschnitten (KÄHN 1991). TAVERNE et al. (1985) beobachteten, dass mit einer Linearsonde oftmals zwischen zwei und vier verschiedenen Anschnitten eines Uterushorns in einer Schnittebene sichtbar werden können.

Das Schnittbild durch die Uteruswand zeigt körnige, unterschiedlich strukturierte Grautöne. Im Zentrum des Uterus ist das dicht zusammenliegende Endometrium als eine helle Linie erkennbar (KÄHN 1991). Abhängig vom Zyklusstadium können wenige Millimeter grosse echolose Flüssigkeitsansammlungen im Uteruslumen beobachtet werden. Sie treten vermehrt in den

Tagen um den Östrus, gelegentlich auch im Diöstrus auf und sind in verschiedenen Abschnitten des Uterus mit einer Länge von 30–40 Millimetern und einer Breite von 5–10 Millimetern festzustellen. Bevorzugt liegen sie distal der Cuvatura major in dem nach kaudolateral gewundenen Teil der Uterushörner (PIERSON und GINTHER 1984a, KÄHN 1991).

Das Echomuster der Uteruswand verändert sich in Abhängigkeit vom Zyklusstadium. Vor allem im Proöstrus, Östrus und Metöstrus weisen zwischen einem Drittel und der Hälfte aller Rinder eine heterogen strukturierte Uteruswand auf. Die Uteruswand ist in eine echoärmere, lumennahe Zone und in einen echointensiveren Randbereich geschichtet. Bei der anderen Hälfte der Rinder liegt eine homogen strukturierte Uteruswand vor. Im Diöstrus ist die Uteruswand meist homogen strukturiert. Das Bild einer heterogen strukturierten Gebärmutterwand wird dadurch hervorgerufen, dass die Echogenität des Innenbereichs der Uteruswand aufgrund der Ödematisierung der oberen Gewebeschichten und durch die Sekretansammlung verringert wird (KÄHN 1991).

4.3.1.2 Gravider Uterus

4.3.1.2.1 Uterus vom 10.-20. Tag der Gravidität

In dieser frühen Phase der Gravidität ist die sonographische Abbildung der Fruchtblase nur schwer möglich und sehr unsicher. Das Fruchtsäckchen liegt ab dem 15. Trächtigkeitstag als fadenförmiger, dünner Schlauch im Uteruslumen (BETTERIDGE et al. 1980), das sich sonographisch zwischen dem 17. und 20. Graviditätstag als echoarmer Anschnitt in verschiedenen Abschnitten des graviden Uterushorns darstellen lässt (KÄHN 1991). Da der Querdurchmesser der Allantochorion- und Amnionblase bis zum 25. Trächtigkeitstag sehr gering ist, kann laut KÄHN (1985) die flüssigkeitsgefüllte Fruchtblase zu diesem Zeitpunkt nur mit einem höherfrequentem Ultraschall ab einer Frequenz von 5 MHz dargestellt werden.

CURRAN et al. (1986a) erkannten gelegentlich zwischen dem 10. und 17. Tag der Trächtigkeit winzige Flüssigkeitsansammlungen, die in dem zum Corpus luteum ipsilateral gelegenen Horn liegen. Bei diesen Flüssigkeitsansammlungen handelt es sich um meist runde, echolose Bereiche von einer Grösse von 2–4 Millimetern (PIERSON und GINTHER 1984a). Der Durchmesser der Fruchtblase bleibt vom 10.–18. Tag der Trächtigkeit gleich und nimmt nur an Länge zu. Um den 19. Graviditätstag kann meist im mittleren Teil des ipsilateralen Uterushorns eine leichte Verdickung des Fruchtsäckchens wahrgenommen werden (Kähn 1991). Nach BETTERIDGE et al. (1980) erreicht die Flüssigkeitsansammlung zu diesem Zeitpunkt der Trächtigkeit einen Durchmesser von nicht mehr als 2–3 mm.

Differentialdiagnostisch lassen sich die echoarmen Flüssigkeitsansammlungen nicht gegenüber ähnlichen Bildern während des Östrus und Diöstrus oder bei pathologischen Formen von

Flüssigkeitsansammlungen abgrenzen. Eine Trächtigkeitsdiagnose vor dem 20. Graviditätstag ist somit nicht zuverlässig möglich (KÄHN 1991).

4.3.1.2.2 Uterus vom 21.-24. Tag der Gravidität

Die sonographische Abbildung der Fruchtblase ist zwischen dem 21. und 24. Graviditätstag leichter möglich, da die Flüssigkeit innerhalb des Embryonalsäckchens bis zum 25. Tag der Trächtigkeit rasch zunimmt und sich die Allantochorionblase auch in ihrem Querdurchmesser beträchtlich ausdehnt (KÄHN 1991). Um den 22. Graviditätstag erreicht die Fruchtblase einen Durchmesser von 3–5 mm und ist meist erstmals distal der Krümmung des Uterus im gewundenen Teil der Uterushörner festzustellen (KÄHN 1985). Vom 23.–26. Gestationstag kann eine echointensive, dünnhäutige, in Richtung Hornspitze weisende Membran, die Allantois, in der Fruchtblüssigkeit beobachtet werden (CURRAN et al. 1986b). Der Embryo ist vor dem 25. Graviditätstag schwer auszumachen und schwierig von anderen echogenen Strukturen zu unterscheiden. CURRAN et al. (1986a) konnte jedoch zwischen dem 21. und 24. Graviditätstag den Embryo mit einer Länge von etwa 5 mm identifizieren und gelegentlich die Pulsation der Herzanlage als ein schnelles Blinken echointensiver Punkte darstellen.

4.3.1.2.3 Uterus vom 25.-30. Tag der Gravidität

Ein charakteristisches Ultraschallbild um den 25. Graviditätstag ist die Darstellung meist 2–3 echoloser Abschnitte der Fruchtblase, die zu diesem Zeitpunkt einen Durchmesser von etwa 10 Millimetern erreicht. Der Durchmesser der Fruchtblase wächst bis zum 30. Tag der Gravidität auf 18–20 mm und ist dann auch im kontralateralen Horn zu sehen (CURRAN et al. 1986b). Um den 30. Tag der Trächtigkeit sind häufig 4–6 Fruchtblasenabschnitte sichtbar. Die Fruchtblase kann meist nicht in allen Teilen eines Uterushorns dargestellt werden. Die sonographisch sichtbaren Anteile der Fruchtblase sind im Bereich des Embryos am grössten und werden in Richtung der Hornspitze und des dorsalen Anteils des Uterushorns kleiner. Der Gesamtverlauf der Fruchtblase wird durch Falten der Uteruswand, die in das Uteruslumen hineinragen, unterbrochen. Dadurch kommt es zu einem „pseudoampullenartigen“ Bild (KÄHN et al. 1989). Wird eine hochauflösende Ultraschallsonde verwendet, kann zwischen dem 25. und 30. Graviditätstag der Embryo aufgefunden werden (PIERSON und GINTHER 1984a). Am 26. Tag der Gravidität liegt der Embryo der Uteruswand eng an und ragt als echointensive Vorwölbung in das Uteruslumen hinein und ist aufgrund seiner Herzaktion identifizierbar. In den folgenden Trächtigkeitstagen hebt er sich von der Uteruswand ab und ist um den 30. Tag auf allen Seiten von Fruchtblüssigkeit umgeben (KÄHN 1991). Die Länge des Embryos nimmt zwischen dem

25. und 30. Tag von durchschnittlich 5 auf 12 mm zu (PIERSON und GINTHER 1984a, REEVES et al 1984, CURRAN et al. 1986b).

4.3.1.2.4 Uterus vom 31.-40. Tag der Gravidität

Die Scheitel-Steiss-Länge des Embryos erreicht um den 35. Tag der Gravidität 15 mm und um den 40. Tag etwa 20 mm (PIERSON und GINTHER 1984a). Der mittlere Durchmesser der Fruchtblase beträgt um den 40. Trächtigkeitstag etwa 25 mm. Er variiert über die Gesamtlänge der Fruchtblase und ist durch Bewegungen des Intestinus und des Uterus Grössenveränderungen ausgesetzt (KÄHN 1991). Die Amnionblase wird gelegentlich um den 30. Tag, meist aber um den 35. Tag der Trächtigkeit sichtbar. Sie umgibt den Embryo und ist als hauchdünne, echointensive Membran zu erkennen. (CURRAN et al. 1986b).

Um den 35. Tag der Gravidität werden erstmals Plazentome sonographisch sichtbar. Sie sind als flache, halbkreisförmige Erhebungen von der Uteruswand erkennbar und nur unmittelbar um den Embryo sowie vereinzelt vorzufinden. Sie haben zu diesem Zeitpunkt eine durchschnittliche Breite von 6 mm und sind etwa 2 mm hoch (CURRAN et al. 1986b).

4.3.1.2.5 Uterus vom 41.-90. Tag der Gravidität

Ab dem 40. Tag der Gravidität sind sonographisch die Umrisse des Embryos wie Kopf, Extremitäten und der abgehende Nabelstrang erkennbar. Es können erste Verknöcherungszentren in Wirbeln, Rippen und Beckenknochen sowie am Gehirnschädel, an Ober- und Unterkiefer, an Femur und Humerus und an Radius, Ulna und Tibia sichtbar werden (KÄHN 1991).

Der Embryo wächst bis zum 50. Tag der Gravidität täglich um etwa 1 mm und erreicht zu diesem Zeitpunkt der Trächtigkeit eine Scheitel-Steiss-Länge von etwa 35 mm (PIERSON und GINTHER 1984a, KÄHN 1985). Auch der Querdurchmesser der Fruchtblase nimmt deutlich zu und erreicht um den 50. Tag der Gravidität einen Durchmesser von etwa 35–40 mm und um den 70. Tag 50–60 mm, wobei die grösste Dilatation des Uterus meist im Bereich des Embryo zu finden ist (KÄHN 1985, CURRAN et al. 1986b).

CURRAN et al. (1986b) konnten um den 60. Tag der Gravidität Plazentome im graviden Uterushorn sowohl proximal als auch distal des Embryos darstellen. Die Plazentome nahmen bis zum 60. Trächtigkeitstag an Grösse zu und erreichten eine Breite von etwa 20 mm. Plazentome in unmittelbarer Nähe des Embryos waren grösser im Vergleich zu denen, die sich an unterschiedlichen Lokalisationen des fruchttragenden Uterushorns befanden.

Das pseudoampullenartige Bild der Fruchtblase ist bereits um den 26. Tag der Trächtigkeit festzustellen und auch noch am 63. Tag deutlich ausgeprägt. In diesem Zeitraum wölben sich

zahlreiche hochaufragende Falten der Uteruswand in das Lumen vor und führen zu einer nischenartigen Kammerung des Uterushorns. Die Zirkulärfalten nehmen von der 4. bis zur 8. Woche der Gravidität in ihrer Anzahl und ihrer prominenten Ausformung zu und verstreichen langsam nach dem 70. Tag (KÄHN et al. 1989).

4.3.1.2.6 Uterus im 2. und 3. Drittel der Gravidität

Als charakteristische Merkmale einer fortgeschrittenen Gravidität lassen sich neben dem Fetus die Plazentome sowie die Membranen von Amnion und Allantois und deren Flüssigkeiten darstellen (KÄHN 1991).

Die Plazentome wölben sich in das Uteruslumen vor und sind oft durch einen 1–2 mm schmalen, sehr echogenen Randsaum umgeben. Die Abbildung des Inneren eines Plazentoms ist von mittelgradiger Echogenität gekennzeichnet. Gelegentlich kann im Zentrum eine baumartige echointensivere Innenstruktur dargestellt werden. Meist liegen die Plazentome sehr dicht beieinander, so dass gleichzeitig eine Vielzahl von ihnen abgebildet werden kann (KÄHN 1991).

Im ersten Drittel der Gravidität ist die Amnionflüssigkeit weitgehend echofrei, wohingegen im zweiten Graviditätsdrittel vermehrt Binnenreflexionen auftreten, die auf die zunehmenden zellulären Bestandteile der Amnionflüssigkeit beruhen. Mit fortschreitender Trächtigkeitsdauer nimmt die Echogenität schneegestöberartigen Charakter an (KÄHN 1990, 1991).

Die Allantoisflüssigkeit bleibt über lange Zeit hinweg echolos, und erst ab dem 6. Graviditätsmonat treten schwache Echos auf, die dann rasch zunehmen. Die Echogenität der Allantoisflüssigkeit ähnelt gelegentlich dem Bild der Amnionflüssigkeit vom 8. Monat bis kurz vor der Geburt. Die dünne, echointensive Amnionmembran ist meist als flotierende Membran in der dunklen Fruchtblüssigkeit der Allantois zu erkennen (KÄHN 1990, 1991).

4.3.1.3 Weitere ultrasonographische Untersuchungen der Plazenta beim Rind

Nach Meinung von LAVEN und PETERS (2001) sei die sonographische Ausmessung der Plazentome an lebenden Kühen ab dem 190. Trächtigkeitstag für die Feststellung des Trächtigkeitsstadiums ungeeignet, weil zwischen dem 190. und 280. Tag der Gravidität kein signifikantes Längenwachstum der Plazentome stattfindet. In ihren makroskopischen Untersuchungen von trächtigen Uteri aus Schlachtpreparaten stellten sie einen linearen Anstieg der Plazentomlänge während der gesamten Trächtigkeit fest, mit starker Wachstumsverlangsamung nach dem 190. Trächtigkeitstag. Die durchschnittliche Plazentomlänge war zu jedem Zeitpunkt der Gravidität im fruchttragenden Horn signifikant grösser als im nichtträchtigen Horn. Dabei waren die dem Konzeptus am nächsten gelegenen Plazentome am grössten, wohingegen solche in der Uterus-

hornspitze am kleinsten waren. Zudem war die Anzahl der Plazentome in jedem Trächtigkeitsstadium im nichtgraviden Horn signifikant geringer als im graviden Horn. Möglicherweise beruht diese Erscheinung auf einem Diffusionseffekt, denn die Konzentration an Wachstumsfaktoren wie IGF-II ist in solchen Plazentomen am höchsten, die dem Konzeptus am nächsten gelegen sind und nimmt mit zunehmender Distanz zum Fetus hin ab (LAVEN und PETERS 2001). Interessanterweise waren bei 10 von 47 untersuchten Uteri im nichtgraviden Horn keine Plazentome ausgebildet. In diesen Fällen war das Allantochorion im nichtgraviden Horn nicht auffindbar und das Endometrium zeigte eine glatte Oberfläche frei von Karunkeln. In trächtigen Hörnern mit geringerer Anzahl an Plazentomen waren diese nicht grösser als in solchen mit höherer Anzahl von Plazentomen, was auf eine enorme Reservekapazität der Plazenta hinweist. Es wurde keine Korrelation zwischen der Anzahl der Plazentome im trächtigen und nichtträchtigen Horn gefunden. Demnach wird die mangelhafte Entwicklung von Plazentomen im nichtgraviden Horn nicht durch eine gesteigerte Entwicklung von Plazentomen im graviden Horn kompensiert. In allen Stadien der Trächtigkeit waren freie Karunkeln auffindbar, die nicht an Kotyledonen angeheftet waren. Es gab keine Korrelation bezüglich der Gesamtzahl der Plazentomen und des Trächtigkeitsstadiums. Dies belegt, dass auf den steigenden Nährstoffbedarf im letzten Drittel der Gravidität nicht mit der Ausbildung zusätzlicher Kotyledonen über den noch freien Karunkeln reagiert wird. In dieser Studie wurden zwei unterschiedliche Plazentomformen festgestellt. Flache Plazentome und ovale bis runde Plazentome. Die flachen Plazentome waren in allen Trächtigkeitsstadien häufiger im graviden Horn als im nichtgraviden Horn zu finden (LAVEN und PETERS 2001).

Bei Rindern gehen die meisten durch Klonen entstandenen Embryonen zwischen dem 30. und 90. Trächtigkeitstag verloren, was mit grosser Wahrscheinlichkeit auf eine Plazentainsuffizienz zurückzuführen ist (KOHAN-GHADR et al. 2008). Bei einer physiologischen Trächtigkeit durch künstliche Besamung oder Embryotransfer findet ein lineares Längenwachstum der Plazentome bis zum 190. Trächtigkeitstag statt. Im Gegensatz dazu wurde bei Trächtigkeiten mit geklonten Kälbern ein konstantes Längenwachstum der Plazentome über den 190. Trächtigkeitstag hinaus bis zur Geburt beobachtet. Bei diesen Trächtigkeiten waren die Plazentome im Vergleich zu physiologischen Graviditäten grösser und länger. Der Längenunterschied zwischen Plazentomen bei physiologischen Trächtigkeiten und Graviditäten mit geklonten Embryonen war während der gesamten Trächtigkeit (vom 80. bis 240. Untersuchungstag) deutlich. Dabei hatte die Hypertrophie der Plazentome bei geklonten Trächtigkeiten keinen Zusammenhang mit dem Geburtsgewicht der Kälber, die im Gewichtsbereich von 49–55 kg lagen. Somit führt übermässiges Wachstum der Plazenta nicht zwangsläufig zum übermässigem Wachstum des

Fetus (KOHAN-GHADR et al. 2008). BUCZINSKI et al. (2011) führten in der letzten Gestationswoche transabdominale ultrasonographische Untersuchungen an der Plazenta durch. Im Gegensatz zu KOHAN-GHADR et al. (2008) stellten sie keinen signifikanten Grössenunterschied der Plazentome zwischen physiologischen Trächtigkeiten, Trächtigkeiten mit geklonten Kälbern und Trächtigkeiten bei Kühen, die an einer schweren systemischen Erkrankung litten, fest.

Bei physiologischen Trächtigkeiten waren sonographisch nur runde oder ovale Plazentome darstellbar, wohingegen bei Graviditäten mit geklonten Kälbern verschiedene Abnormalitäten der Plazentome feststellbar waren. Am häufigsten wurde bei fast allen Trächtigkeiten mit geklonten Kälbern vor allem während der zweiten Hälfte des letzten Trimesters sonographisch unregelmässig geformte Plazentome mit hyperechogenem, zackigem Randsaum beobachtet. Die Plazentome wirkten in der Sonographie insgesamt recht hyperechogen. Zusätzlich zum hyperechogenen Randsaum waren innerhalb des Plazentoms hypoechogene Höhlen und Streifen erkennbar. Ödeme wurden in der Sonographie häufig gesehen und erschienen als eine dicke, das Plazentom umgebene gelatineartige Schicht. Diese sonographisch auffälligen Merkmale wurden mit Fortschreiten der Gravidität ausgeprägter (KOHAN-GHADR et al. 2008).

Durch Klonierung entstandene Trächtigkeiten wiesen weniger Plazentome auf als die durch künstliche Besamung hervorgerufenen Graviditäten. Obwohl Unterschiede in der Plazentomentwicklung während der gesamten Trächtigkeit sonographisch sichtbar waren, konnte die Anzahl der Plazentome nicht bestimmt werden. Ab dem 210. Trächtigkeitstag waren kleine, physiologisch geformte Plazentome von unter einem Zentimeter Länge in der Nähe des Fetus auffindbar. Abgesehen von ihrer Grösse erschienen diese sogenannten „Miniplazentome“ normal. Nach Ansicht von KOHAN-GHADR et al. (2008) könnten diese Miniplazentome den ungenügenden Austausch zwischen Plazenta und Fetus wegen abnormaler Entwicklung der Plazenta und der kleineren Anzahl von Plazentomen kompensieren.

Auffällig häufig tritt bei Trächtigkeiten mit geklonten Embryonen eine Hydroallantois auf. Neben der grossen Menge an fetaler Flüssigkeit waren Ödeme in dem Allantochorion, der uterochorionen Einheit und der Amnionmembran sonographisch sichtbar. Die Ödeme stellten sich als abwechselnd hypo- und hyperechogene Abschnitte dar. In schweren Fällen von Hydroallantois wurden Flüssigkeitstaschen innerhalb der Fruchtblase und eine verdickte Chorioallantois beobachtet. Diese Auffälligkeiten wurden besonders häufig zwischen dem 150. und 180. Trächtigkeitstag gesehen und könnten die in diesem Zeitraum auftretende Aborte erklären (KOHAN-GHADR et al. 2008). Als eine Abnormalität der Amnionmembran werden Amnionbeläge angesehen. Sie konnten bei durch Klonierung entstandenen Graviditäten erstmals

um den 100. Trächtigkeitstag dargestellt werden und verschwanden nach dem 150. Trächtigkeitstag, wenn Ödeme der uteroplazentaren Einheit sichtbar wurden. Die Amnionbeläge wurden selten bei physiologischen Trächtigkeiten festgestellt. Eine Unterscheidung zwischen Allantois- und Amnionflüssigkeit war immer möglich. Die Allantoisflüssigkeit stellte sich im Ultraschall anechogen und die Amnionflüssigkeit hypoechogen mit flotierenden Partikeln dar. Die Echogenität der Amnionflüssigkeit änderte sich mit dem jeweiligen Trächtigkeitsstadium. Sie zeigte sich um den Geburtstermin stark hyperechogen. Nach dem 150. Trächtigkeitstag war bei Trächtigkeiten mit geklonten Kälbern auffällig häufig eine Verdickung der fetalen Membranen feststellbar (KOHAN-GHADR et al. 2008). BUCZINSKI et al. (2011) führten ultrasonographische Vermessungen der Dicke der Amnionmembran nach dem 260. Trächtigkeitstag durch. In ihren Untersuchungen lag kein signifikanter Unterschied in der Dicke der Amnionmembran bei physiologischen Trächtigkeiten, Trächtigkeiten mit geklonten Kälbern und Trächtigkeiten von Kühen mit einer schweren systemischen Erkrankung vor. Die durchschnittliche Dicke der Amnionmembran lag bei allen drei Gruppen zwischen 0.2 und 1.0 cm.

Nach KOHAN-GHADR et al. (2008) lässt sich anhand sonographisch darstellbarer Plazenta-veränderungen die fetale Gesundheit und das Risiko eines bevorstehenden Abortes vorhersagen. Abnormal verlaufende Graviditäten können sonographisch durch eine übermässige Menge an Allantoisflüssigkeit im frühen Trächtigkeitsstadium sowie gleichzeitig auftretende Anomalien der Plazentome und Ödeme der fetalen Membranen erkannt werden.

BERTOLINI et al. (2002) führten sonographische Untersuchungen der Plazentome bei Trächtigkeiten mit in-vivo und in-vitro entstandenen Embryonen im ersten Trimester der Gravidität durch und stellten Unterschiede in der Plazentomentwicklung fest. Plazentome aus in-vitro-Trächtigkeiten zeigten im Vergleich zu Plazentomen aus in-vivo-Trächtigkeiten am 37. Tag der Gravidität einen kleineren Durchmesser, am 44. Tag der Gravidität einen vergleichbaren Durchmesser und nach dem 51. Tag einen grösseren Durchmesser. Die Dicken der Plazentome blieben in beiden Gruppen bis zum 65. Tag der Gravidität ähnlich. Ab dem 72. Tag der Gravidität wurden die Plazentome aus in-vitro-Trächtigkeiten dünner, was bis zum 93. Trächtigkeitstag weiter beobachtet wurde. Beim makroskopischen Vergleich der Nachgeburt konnten signifikante Unterschiede bezüglich Anzahl und Grösse der Kotyledonen festgestellt werden. Im Vergleich zu in-vivo-Trächtigkeiten wiesen die Nachgeburten aus in-vitro-Trächtigkeiten eine geringere Anzahl an Kotyledonen mit jedoch einer weitaus grösseren Gesamtoberfläche auf. Diese sogenannten Riesenkotyledonen waren grösser als 15 cm im Durchmesser, die grössten massen 21 cm. Bei der sonographischen Vermessung des Fetus in der Frühgravidität (37. bis 58. Trächtigkeitstag) zeigte sich, dass alle Feten aus in-vitro-Trächtigkeiten kleiner waren als die

Feten aus in-vivo-Trächtigkeiten. Jedoch hatten die Kälber aus in-vitro-Trächtigkeiten signifikant höhere Geburtsgewichte als die Kälber aus in-vivo-Trächtigkeiten. Nach Ansicht der Autoren könnte die Wachstumsverzögerung des Fetus in der Frühgravidität auf der verlangsamten Plazentation beruhen. Die retardierte Entwicklung des Fetus könnte zu Veränderungen in der Entwicklung der Plazenta führen, die gegen Ende des ersten Trimesters ein verstärktes Wachstum bewirken könnte. Diese Störung in der frühen Entwicklung könnte ein Kompensationswachstum oder eine Unterbrechung in der Regulation fetalen Wachstums im letzten Trimester der Gravidität verursachen (BERTOLINI und ANDERSON 2001, BERTOLINI et al. 2002).

4.4 Ultrasonographische Untersuchungen der Plazenta bei anderen Tierarten und beim Menschen

4.4.1 Ultrasonographie der Plazenta beim Pferd

Die vorzeitige Geburt lebensschwacher Fohlen ist trotz erheblicher Fortschritte in der intensivmedizinischen Betreuung der Neonaten noch immer zum grössten Teil für die Fohlensterblichkeit verantwortlich. Die Veterinärmedizin folgte in den letzten Jahren dem Trend der humanen pränatalen Diagnostik und es wurden für das Pferd geeignete Methoden entwickelt, um die Intaktheit der fetoplazentären Einheit zu beurteilen (BUCCA et al. 2005). PIPERS und ADAMS-BRENDEMUEHL (1984) und REEF et al. (1996) verwendeten die transabdominale Ultrasonographie, während RENAUDIN et al. (1997) auch transrektale sonographische Untersuchungen durchführte. Ziel dieser Untersuchungsverfahren war, Stuten mit Risikoträchtigkeiten zu identifizieren, um sie während der peripartalen Periode engmaschig zu überwachen und gegebenenfalls eine Therapie einzuleiten, um möglichen kostenintensiven neonatalen Erkrankungen vorzubeugen (BUCCA et al. 2005).

Ein erheblicher Teil präpartaler Störungen bei Stute und Fetus geht mit Erkrankungen der Plazenta, wie Plazentitis, Plazentaödem und Plazentaablösung einher. Die Plazentitis ist der wichtigste Grund einer vorzeitigen Geburt (LEBLANC et al. 2004) und die Hauptursache für Aborte (RENAUDIN et al. 1999a). Plazentaveränderungen lassen sich sonographisch gut darstellen.

Ein Verfahren zur Beurteilung der Plazenta stellt die transrektale sonographische Vermessung der kombinierten Dicke aus Uterus und Plazenta, der CTUP (Combined Thickness of Uterus and Placenta) dar. Zur Ermittlung des CTUP-Wertes wird mit der transrektal platzierten Ultraschallsonde die gemeinsame Dicke aus Uterus und Plazenta am günstigsten im ventralen Bereich des Uteruskörpers gemessen und zwar dort, wo die Uteruswand von der Zervix kommend kranial

des knöchernen Beckens nach ventral zieht (RENAUDIN et al. 1999b). Bei intakter Gravidität ermittelte RENAUDIN et al. (1997, 1999b) bei leichten Pferden wie Quarter Horses folgende Werte für die utero-plazentäre Dicke: Die mittlere CTUP lag zwischen dem 4. und 9. Trächtigkeitsmonat bei 0.4 cm (95% Konfidenzintervall (CI) = 0.35–0.47 cm). Im 10. Trächtigkeitsmonat nahm die CTUP im Mittel auf 0.6 cm (95% CI = 0.55–0.68 cm), im 11. Trächtigkeitsmonat auf 0.75 cm (95% CI = 0.69–0.85 cm) und im 12. Trächtigkeitsmonat auf 0.95 cm (95% CI = 0.85–1.18 cm) zu. Dabei konnten Chorioallantois und Uteruswand im Ultraschallbild nicht voneinander unterschieden werden.

Die transrektale Ultrasonographie der Plazenta stellt die Methode der Wahl dar, um anhand des CTUP-Wertes Stuten mit einer aufsteigenden Infektion der Plazenta in der späten Graviditätsperiode zu ermitteln (RENAUDIN et al. 1997, LEBLANC et al. 2004). In der Mehrzahl der Fälle beginnt die Entzündung der Plazenta bei der Stute im Bereich der Zervix und des Uteruskörpers, da über 90% der Infektionen der Plazenta durch aufsteigende Bakterien aus der Vagina hervorgerufen werden (LEBLANC et al. 2004). Die meisten Stuten haben um den Geburtstermin einen CTUP-Wert unter oder gleich 1.2 cm (LEBLANC et al. 2004). Ein CTUP-Wert von über 1.5 cm bei Grosspferdstuten und über 1.2 cm bei Ponystuten (LEBLANC et al. 2004) bzw. oberhalb des 95%igen oberen Konfidenzintervalls des jeweiligen Trächtigkeitsmonats (RENAUDIN et al. 1999a und b) ist mit einer Schädigung der Plazenta verbunden und stellt ein Indikator für plazentares Versagen dar. In weiter fortgeschrittenen Fällen einer Plazentitis kann sich die Plazenta fetalis im Bereich der Zervix vom Endometrium lösen und die separierte Plazenta fetalis ist als flotierende echogene Linie im Fruchtwasser sonographisch sichtbar. Die Flüssigkeit zwischen Endometrium und der abgelösten Plazenta kann zwischen leicht echogen bis stark hyperechogen mit stark echogenen Partikeln variieren (RENAUDIN et al. 1999a, LEBLANC et al. 2004).

Neben der transrektalen Sonographie der Plazenta stellt ein weiteres Verfahren zur Plazenta-evaluation die transabdominale Sonographie dar. Die durchschnittliche Dicke der uteroplazentären Einheit beträgt bei der sonographischen Untersuchung am ventralen Abdomen der Stute etwa 1.26 ± 0.33 cm bei normal verlaufender Trächtigkeit in den letzten Monaten der Gestation. Eine Dickenzunahme der uteroplazentären Einheit aufgrund einer Plazentitis hat eine erhöhte Anzahl Totgeburten zur Folge (ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS 1987). Nach RENAUDIN et al. (1997) ist die transabdominale Messung der kombinierten Dicke aus Uterus und Plazenta widersprüchlich und stellt keine zuverlässige Methode zur Beurteilung der Plazenta dar. Zu diesem Ergebnis kamen auch BUCCA et al. (2005) bei seinen Untersuchungen.

RENAUDIN et al. (1997, 1999b) beschrieb ausserdem ab dem 4. Trächtigkeitsmonat bis zur Geburt sonographisch die Echogenität der fetalen Flüssigkeiten, der Allantois und des Amnions. Für die Beurteilung wurde das Wertungssystem für intraluminal gelegene Uterusflüssigkeit nach MCKINNON et al. (1988) mit einer Skala von 1 bis 4 verwendet. Als Grad 1 werden auf dem Ultraschallbild weiss erscheinende, d.h. stark echogene oder hyperechogene Flüssigkeiten eingestuft. Bei Grad 2 erscheint die Flüssigkeit hellgrau (halbechogen oder hyperechogen) und bei Grad 3 ist die Flüssigkeit dunkelgrau (hypoechogen). Wenige hyperechogene Strukturen im anechogenen Medium können sichtbar sein. Als Grad 4 wird anechogene Flüssigkeit, auf dem Ultraschallbild schwarz dargestellt, eingestuft. Bei einer normalen Trächtigkeit hat die Allantoisflüssigkeit ab dem 4. Monat der Gestation Grad 3, und ihre Echogenität verändert sich im Laufe der Trächtigkeit nicht wesentlich. Die Echogenität der Amnionflüssigkeit dagegen nimmt mit zunehmender Trächtigkeit zu und hat zwischen dem 4. und 10. Trächtigkeitsmonat den Grad 3 oder 2 und während den Trächtigkeitsmonaten 11 und 12 beständig den Grad 2 (RENAUDIN et al. 1997, 1999b). Echogene, frei schwimmende Partikel sind bei einer physiologisch verlaufenden Trächtigkeit sowohl in der Allantois- als auch in der Amnionflüssigkeit ab dem 4. Monat der Gestation bis zur Geburt erkennbar. Dabei enthält die Amnionflüssigkeit mehr und kleinere echogene Partikel als die Allantoisflüssigkeit (RENAUDIN et al. 1997, 1999b, BUCCA et al. 2005). Eine plötzlich zunehmende Echogenität der fetalen Flüssigkeiten ist mit dem Abgang von Mekonium, Blutungen oder Ablagerung von Entzündungszellen verbunden und kann auf fetale Hypoxie, Plazentaablösung oder Infektion hinweisen (RENAUDIN et al. 1999b, LEBLANC et al. 2004).

4.4.2 Ultrasonographie der Plazenta beim kleinen Wiederkäuer

Für die Feststellung einer Trächtigkeit ist der Nachweis von Fruchtblüssigkeit im Uterus der früheste sonographische Hinweis auf das Vorliegen einer Gravidität. Mit Hilfe der transrektalen Sonographie ist die Fruchtblüssigkeit sicher ab dem 20. bis 25. Trächtigkeitstag darzustellen (BUCKRELL 1988, KÄHN 1991, CHAVEZ MORENO et al. 1996, DOIZÉ et al. 1997). Zu diesem Zeitpunkt sind an mehreren Stellen im Lumen des Uterus echolose Ansammlungen von Fruchtblüssigkeit zu erkennen, die meist kranial bis kranioventral der Harnblase liegen (BUCKRELL et al. 1986, DOIZÉ et al. 1997).

Zwischen dem 25. und 30. Tag der Gravidität werden die Embryonen und ihre Herzaktionen sichtbar (BUCKRELL 1988, KÄHN 1991, DOIZÉ et al. 1997). In dieser Phase liegen die Embryonen der Uteruswand noch dicht benachbart an und können mit Plazentomen verwechselt werden (BUCKRELL et al. 1986). Das Amnion stellt sich ebenfalls erstmals zu diesem Zeit-

punkt dar und umgibt in ein bis zwei Millimetern Abstand den Embryo bogenförmig als echointensive Linie. Die Plazentome beginnen sich ab dem 25. Tag der Gravidität von der Uteruswand abzuheben und werden als knopfförmige, ca. 0.2 cm starke Vorwölbungen der Uteruswand sichtbar (BUCKRELL 1988, KÄHN 1991, KAULFUSS et al. 1998). Für DOIZÉ et al. (1997) waren die Plazentome bei der transrektalen Untersuchung beim Schaf erstmals ab dem 32. und bei der Ziege ab dem 35. Trächtigkeitstag als kleine Knoten erkennbar. Zu diesem Zeitpunkt sind die Plazentome noch deutlich kleiner als die Embryonen (KÄHN 1991). Laut KAULFUSS et al. (1998) beeinflusst weder die Schafrasse noch die Anzahl angelegter Embryonen den Zeitpunkt des erstmaligen Sichtbarwerdens der Plazentome. Sie werden zunächst in unmittelbarer Nähe zum Embryo gebildet und erst mit fortschreitender Gravidität werden Plazentome in der Uterushornspitze bzw. bei Einlingsträchtigkeiten im kontralateralen Horn sichtbar.

In der zweiten Graviditätshälfte werden die Plazentome aufgrund ihrer grossen Anzahl, ihrer wachsenden Grösse und der verringerten interkarunkulären Abstände neben den Früchten zum dominierenden Befund auf den Ultraschallaufnahmen. Sie werden häufig als erstes Graviditätsmerkmal zu Beginn einer sonographischen Untersuchung sichtbar und ihr Nachweis gilt zuverlässig für das Vorliegen einer Trächtigkeit (KÄHN 1991).

Die Plazentome ergeben bei Schaf und Ziege ein charakteristisches sonographisches Bild. Mit fortschreitender Gravidität nehmen sie von einer anfänglich flachen und knopfförmigen Form eine schüsselförmige Gestalt an. Der Karunkelrand wölbt sich wulstartig auf und bildet einen dem Uteruslumen zugewandten Napf. In Abhängigkeit von der Schallebene ergeben sich zwei verschiedene charakteristische Formen im Ultraschall. Im Sagittalschnitt durch die Plazentome werden mondsichelartige bzw. c-förmige und im Horizontalschnitt ringförmige Strukturen mit echogenem Randsaum und echoärmerem Zentralbereich sichtbar (KÄHN 1991, DOIZÉ et al. 1997, KAULFUSS et al. 1998).

Transrektale sonographische Untersuchungen bei verschiedenen Schafrassen zeigten bis zum 75. bis 80. Tag der Trächtigkeit eine Durchmesserzunahme der Plazentome auf maximal 3.5 cm und zwischen dem 80. bis 115. Graviditätstag eine Abnahme des Plazentomdurchmessers auf ca. 70% des Maximaldurchmessers. Nach einer kurzzeitigen Plateauphase zwischen dem 115. bis 130. Trächtigkeitstag setzte ab dem 135. Graviditätstag eine weitere Abnahme des Plazentomdurchmessers ein. Die Plazentome erreichten somit ihren Wachstumshöhepunkt vor dem 90. bis 100. Trächtigkeitstag (KAULFUSS et al. 1998). Ähnliche Ergebnisse findet man bei DOIZE et al. (1997), die bei Schafen ein schnelles Wachstum der Plazentome feststellten. Dabei wurde die maximale Grösse der Plazentome um den 74. Tag der Trächtigkeit erreicht. Im Vergleich zum

Schaf zeigte sich bei den Ziegen ein langsames Wachstum der Plazentome. Bei dieser Tierart wurde der grösste Plazentomdurchmesser um den 91. Tag der Gravidität erreicht. Nach KAULFUSS et al. (1998) beruht die Grössenabnahme der Plazentome etwa zur Mitte des dritten Trächtigkeitsmonats auf dem Beginn histologischer Umbauprozesse im Plazentom und funktionseller Veränderungen im Stofftransport zwischen Muttertier und Fetus.

Im Vergleich zu den Einlingsträchtigkeiten wurden bei Zwillingssträchtigkeiten eine tendenziell schnellere Zunahme des Plazentomdurchmessers und anschliessend eine verzögerte Abnahme des Durchmessers festgestellt. Der Plazentomdurchmesser bei Schafen mit Zwillingssträchtigkeit zeigte sich jedoch nur geringgradig grösser im Vergleich zu Schafen mit Einlingsträchtigkeiten (KAULFUSS et al. 1998).

Mit fortschreitender Gravidität wurden im gesamten Uterus sowohl kleine als auch grosse Plazentome gesehen (KAULFUSS et al. 1998). Die Grösse der Plazentome variierte in Abhängigkeit von der Lokalisation im Uterus. Nach DOIZÉ et al. (1998) befanden sich die kleinsten Plazentome in der Hornspitze und die grössten nahe des Corpus uteri. Zudem war eine grosse Streubreite der Plazentomdurchmesser am gleichen Trächtigkeitstag feststellbar (KAULFUSS et al. 1998).

Laut KAULFUSS et al. (1998) ist der Plazentomdurchmesser aufgrund des Wachstumsverlaufs der Plazentome und der grossen individuellen Unterschiede im Plazentomwachstum unter den Schafen nur bedingt zur Einschätzung des Trächtigkeitsstadiums geeignet. Zu diesem Ergebnis kamen auch DOIZÉ et al. (1998), die neben der unterschiedlichen Anzahl und Grösse der Plazentome zwischen den beiden Uterushörnern, der allmählichen Abnahme des Plazentomdurchmessers während der zweiten Hälfte der Trächtigkeit auch die erhöhte Fehlerquote beim Ausmessen der Plazentome verantwortlich machten. Das exakte Darstellen bzw. Ausmessen der Plazentome bei der transrektalen Untersuchung zeigte sich aufgrund der zunehmenden Ausdehnung des Uterus nach dem 90. Trächtigkeitstag nahezu unmöglich.

4.4.3 Ultrasonographie der Plazenta bei Hund und Katze

Wesentliche gynäkologische Indikationen für den Einsatz der Sonographie bei Hund und Katze sind die Erkennung pathologischer Veränderungen am Uterus und die Feststellung einer Trächtigkeit (KÄHN 1991, SCHÄFER 2001, MATTOON und NYLAND 2002). Zur Bestimmung der Anzahl und zur Beurteilung der Vitalität der Feten genügt im Allgemeinen eine Untersuchung während der ersten Trächtigkeitshälfte, d.h. vom 25. bis 35. Tag post copulationem. Die transkutanen Ultraschalluntersuchungen erfolgen bei Hündin und Katze im Stehen, in Seiten- oder eventuell in Rückenlage (SCHÄFER 2001, MATTOON und NYLAND 2002).

Die Darstellung des nicht-graviden, unveränderten Uterus gelingt bei Hündin und Katze im Bereich des Korpus fast immer (ENGLAND and YEAGER 1993, LÜERSSSEN und JANTHUR 2001). Dagegen ist eine Abgrenzung der Uterushörner gegenüber dem Intestinum häufig nicht möglich (DAVIDSON et al. 1986, ENGLAND und YEAGER 1993, MATTOON und NYLAND 2002). Die Darstellbarkeit hängt bei der Hündin von der zyklusbedingten Beschaffenheit des Uterus ab und ist während des Östrus und frühen Metöstrus am besten (ENGLAND und YEAGER 1993). Eine Schichtung der Uteruswand in Endometrium und Myometrium sowie das Uteruslumen ist gewöhnlich sonographisch nicht sichtbar. Der Uterus stellt sich in seiner Echogenität feinkörnig homogen und mittelechogen bis reflexarm dar (LÜERSSSEN und JANTHUR 2001, MATTOON und NYLAND 2002).

Als erste Anzeichen einer Trächtigkeit werden flüssigkeitsgefüllte, d.h. echolose, runde Strukturen, die sogenannten Fruchtkammern (Chorionhöhlen), dorsal der Harnblase sichtbar, die bei der Hündin frühestens am 14. bis 16. Tag post ovulationem und bei der Katze am 13. Tag post copulationem dargestellt werden können (SCHÄFER und POULSEN NAUTRUP 2001).

Unter Praxisbedingungen ist bei der Hündin ab dem 25. und bei der Katze ab dem 20. Tag post copulationem eine sonographische Trächtigkeitsdiagnose mit einem 5-MHz-Schallkopf zuverlässig durchführbar (FLÜCKIGER et al. 1988, KÄHN 1991, SCHÄFER und POULSEN NAUTRUP 2001). Auf dem Ultraschallbild sind die mit echoarmer Flüssigkeit gefüllten Fruchtblasen gut zu erkennen, die von der echogenen Uteruswand umgeben sind. Für dieses Stadium ist die beginnende Ampullenbildung charakteristisch. Die Ampullen sind zu diesem Zeitpunkt bei der Hündin ovoid. Auf einem Uteruslängsschnitt ergeben sie ein ovales und bei einem Querschnitt ein kreisrundes Schnittbild. Bei der Katze sind die Ampullen in dieser Phase kugelförmig (KÄHN 1991).

Wenige Tage nach Sichtbarwerden der Ampullen, bei der Hündin ab dem 19. und bei der Katze ab dem 15. Tag post copulationem, können embryonale Strukturen als Binnenecho innerhalb der Fruchtblase sonographisch dargestellt werden. Dabei handelt es sich sowohl um den Embryo als auch um Anteile des Dottersacks. Der Nabelstrang ist als echogene Linie deutlich abgebildet. Die Lokalisation der Herzaktion kann zur Unterscheidung von Dottersack und Embryo dienen. Die Herzpulsationen sind bei der Hündin ab dem 22. Tag post ovulationem und bei der Katze ab dem 17. Tag post copulationem wahrzunehmen. Im frühen Ampullenstadium kleidet die Plazenta nahezu die gesamte Fruchthöhle aus (KÄHN 1991, MATTOON und NYLAND 2002). Sie ist bei der Hündin sonographisch erstmals sichtbar um den 20. bis 23. Tag post ovulationem und stellt sich als eine zarte, stark echogene Schicht dar (HEINZE et al. 1994, MATTOON und NYLAND 2002).

Um den 30. Tag der Gravidität beginnt sich die Form der Fruchtpullen zu strecken. Die Fruchtpullen nehmen auch jetzt bei der Katze eine ovoide Gestalt an und werden bei der Hündin zunehmend längsoval (PYCZAK 1990). Der Uterus geht allmählich in das Schlauchstadium über. Die anechogenen Flüssigkeitsansammlungen im Bereich der einzelnen Feten dehnen sich in der Längsrichtung schneller aus als in ihrem Querdurchmesser (KÄHN 1991). Durch die Längenausdehnung der Ampullen bildet sich bei der Hündin die typische Gürtelplazenta sonographisch deutlich ab. Sie umgibt in der Mitte der Ampulle den Embryo bzw. den Fetus als ringförmiger Reif und bedeckt ab dem 30. Tag der Gravidität nur noch den mittleren Bereich jeder Fruchthöhle. Die Enden der Ampullen bleiben aufgrund der Längenstreckung plazentafrei. In diesem Bereich ist die Uteruswand dünn. Der Plazentagürtel liegt fast über seine gesamte Breite dem Endometrium eng an. Nur die beiden Plazentaränder wölben sich napf- oder schüsselförmig auf und bilden einen Rand, der in das Uteruslumen hineinragt. Auf dem Ultraschallbild ist bei einem Längsschnitt durch die Uterushörner die breit der Uteruswand aufliegende dreischichtige Plazenta sichtbar, deren Ränder schüsselförmig aufgebogen sind. Die Dicke der Plazenta übertrifft die der Uteruswand (KÄHN 1991). Die dreischichtige Darstellung der Gürtelplazenta kommt durch die spezifische Ausbildung und Struktur der feto-maternalen Verbindung zustande. Die äussere echogene Schicht entspricht dem Myometrium, während die anechogene mittlere Schicht den Uteruskrypten und tiefen Uterindrüsen entspricht. Das Plazentalabyrinth bildet die innere echogene, dem Fruchtwasser zugewandte Schicht der Fruchtblase (SCHÄFER und POULSEN NAUTRUP 2001).

Mit der Ausbildung des Allantochorions wird die für Fleischfresser typische Dottersackplazenta überflüssig und bildet sich in Form eines zunehmend schlaffen Sackes zurück. Der Dottersack ist beim Hund bis zum Ende der Gravidität vorhanden. Auf Ultraschallaufnahmen kann er bei einem Längsschnitt durch den Uterus als langgezogener, echogener Schlauch gesehen werden. Er erstreckt sich fast über die gesamte Länge der Ampulle und ragt über die Plazenta hinaus (KÄHN 1991, SCHÄFER und POULSEN NAUTRUP 2001).

4.4.4 Ultrasonographie der Plazenta beim Menschen

Seitdem die Plazenta als ein fetales Organ betrachtet wird, ist ihre Beurteilung wesentlicher Bestandteil der Vorsorgeuntersuchung während der Schwangerschaft geworden. Die Sonographie ermöglicht die Beurteilung der Plazenta und das Erkennen plazentarer Abnormitäten, die den weiteren Verlauf der Schwangerschaft und die Geburt bedeutend beeinflussen kann (TONGSONG und BOONYANURAK 2004). Ein häufig gebräuchlicher Parameter zur Beurteilung der Plazenta stellt die Grösse der Plazenta dar. Das Gesamtvolumen der Plazenta

gilt als die genaueste geschätzte Grösse der Plazenta, ist jedoch für eine Routineuntersuchung zu kompliziert und zeitaufwendig. Die Vermessung der Dicke der Plazenta dagegen ist verhältnismässig einfach und klinisch sehr nützlich (TONGSONG und BOONYANURAK 2004).

Die Plazenta wird erstmals sonographisch in der 8. bis 9. Schwangerschaftswoche sichtbar (SPIRT et al. 1979, HODDICK et al. 1985) und ist als eine fokale Verdickung erkennbar (HODDICK et al. 1985). Um die 10. bis 12. Woche ist die Plazenta sonographisch deutlich darstellbar. Sie hat zu diesem Zeitpunkt ein charakteristisches gekörntes, echogenes Muster (SPIRT et al. 1979, WHITTLE et al. 2006). Sonographisch werden gewöhnlich um die 18. Schwangerschaftswoche ausgeprägte Echos, ausgehend von der Chorionplatte, sichtbar (SPIRT et al. 1979). Für eine physiologische Plazentation ist eine lange dünne Plazenta, die zentral gelegene Nabelschnur und ein positiver enddiastolischer Blutfluss der Nabelarterie bei der Doppleruntersuchung charakteristisch (WHITTLE et al. 2006).

Das Myometrium nimmt in der frühen Schwangerschaft zuerst durch Hyperplasie, anschliessend durch Hypertrophie an Dicke zu und kann somit leicht sonographisch dargestellt werden. Dies trifft insbesondere auf den fundalen Bereich zu, wo die grösste Dickenzunahme erfolgt. Sowohl das retroplazentäre Myometrium als auch das der Allantoisflüssigkeit zugewandte Myometrium erscheint echogen. Im weiteren Verlauf der Schwangerschaft wird die Uteruswand allmählich gedehnt und dünner. In den Septen der Plazenta befinden sich Gefässe. Insbesondere das Venengeflecht lässt sich oft sonographisch als anechogene Kanäle darstellen. Dieses Bild wird weitaus häufiger bei Plazenten im fortgeschrittenen Graviditätsstadium gesehen (SPIRT et al. 1979).

Mit fortschreitender Schwangerschaft kommt es zu Fibrinablagerungen unterhalb des Chorions und der Basalmembran, zu Kalziumablagerungen in Zotten und Dezidua und zum Auftreten von Septumzysten nach der 38. Schwangerschaftswoche. Somit ist die sonographische Abbildung der Plazenta um den Geburtstermin verändert. Die Kalziumablagerungen sind sonographisch leicht als stark hyperechogene Echos innerhalb der Plazenta erkennbar. Sie werden am häufigsten nach der 37. Schwangerschaftswoche dargestellt, können jedoch in Einzelfällen bei physiologisch verlaufenden Schwangerschaften auch schon um die 29. Woche auftreten (SPIRT et al. 1979). Die anfänglich echogen homogene Struktur der Plazenta verändert sich bis zum dritten Trimester zu unregelmässig hyperechogenen Ansammlungen innerhalb des Plazentagewebes (KIKUTANI et al. 2003).

In verschiedenen Studien wurde bei normal verlaufenden Schwangerschaften die Dicke der Plazenta vermessen und der Zusammenhang einer sonographisch festgestellten verdickten Plazenta mit perinataler Morbidität und Mortalität untersucht. In allen Studien wurde zur

Ermittlung der Dicke der Plazenta mit der senkrecht zur Plazenta platzierten Ultraschallsonde die Plazenta sowohl schräg als auch der Länge nach an ihrer dicksten Stelle vermessen. (HODDICK et al. 1985, JAUNIAUX et al. 1994, ELCHALAL et al. 2000, TONGSONG und BOONYANURAK 2004, WHITTLE et al. 2006).

Sonographische Untersuchungen von HODDICK et al. (1985) zeigten, dass ab dem erstmaligen Sichtbarwerden der Plazenta in der 8. bis 9. Schwangerschaftswoche eine lineare Zunahme der Plazentadiecke bis ungefähr zur 30. Schwangerschaftswoche stattfand. Anschliessend liess die Dickenzunahme der Plazenta nach. Zu keinem Zeitpunkt der Schwangerschaft überschritt die Dicke einer physiologischen Plazenta den Wert von 4.0 cm. Die Dicke der Plazenta wurde von ihrer Lokalisation im Uterus nicht beeinflusst. Bezüglich ihrer Dicke führte die Länge der Ansatzstelle der Plazenta jedoch zu Schwankungen. So fanden sich bei einer kurzen placentären Anhaftungsfläche grössere Messergebnisse bezüglich der placentären Dicke, wohingegen ausgedehnte placentäre Anhaftungsflächen verhältnismässig dünne Plazenten mit dementsprechend geringeren Messwerten hervorriefen. Die Messwerte befanden sich jedoch in allen Fällen innerhalb der zweifachen Standardabweichungen für die mittlere placentäre Dicke entsprechend des jeweiligen Schwangerschaftsmonats.

Auch nach JAUNIAUX et al. (1994) nahm die Dicke der Plazenta bis zur 32. Schwangerschaftswoche linear zu. Jedoch stellten sie ab der 32. Schwangerschaftswoche eine langsam fortschreitende Abnahme der placentären Dicke fest.

5 Material und Methodik

Die Untersuchungen teilten sich in sonographische Studien an exenterierten, graviden Uteri (Teil 1) und in sonographische Verlaufsuntersuchungen an graviden Kühen (Teil 2) ein.

5.1 Material

5.1.1 Teil 1

5.1.1.1 Untersuchungsmaterial

Im Wasserbad wurden insgesamt 15 gravide Uteri ultrasonographisch untersucht. Die trächtigen Uteri stammten von Kühen, die zur tierärztlichen Diagnostik und Therapie internistischer und chirurgischer Erkrankungen in das Departement für Nutztiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich zwischen April und Oktober 2005 eingeliefert worden waren. Diese Kühe wurden aufgrund infauster Prognose bezüglich vollständiger Genesung von ihrer Erkrankung im fakultätseigenen Schlachtlokal getötet. Bei allen Tieren waren der Zeitpunkt der künstlichen Besamung und damit das Trächtigkeitsalter bekannt. Die Gestationsdauer der Kühe lag zwischen dem 40. Trächtigkeitstag und der 20. Graviditätswoche.

5.1.1.2 Technische Ausrüstung

Die Ultraschalluntersuchungen der trächtigen Uteri im Wasserbad wurden mit einem Ultraschallgerät der Serie „Aquila“ der Firma Pie Medical, Niederlande, durchgeführt. Verwendet wurde ein 8.0 MHz-Linearschallkopf. Die Bilder wurden zur Dokumentation auf einer Chipkarte gespeichert.

5.1.2 Teil 2

5.1.2.1 Untersuchte Tiere

Die sonographischen Untersuchungen an der Plazenta wurden bei 24 gesunden Kühen zwischen März 2006 und Mai 2007 durchgeführt. Bei den 24 Kühen handelte es sich um Tiere des fakultätseigenen Gutsbetriebs Stigenhof in Oberembrach. Die Tiere wurden in Anbindehaltung gehalten und erhielten während der Wintermonate täglich zwei Stunden Auslauf auf einem Paddock und während der Sommermonate täglich sechs bis acht Stunden Weidegang. Die Fütterung bestand aus Heu, Grassilage und Kraftfutter.

Bei den Kühen handelte es sich um 21 Kühe der Rasse Schweizer Braunvieh, zwei Kühe gehörten der Rasse Red Holstein und eine Kuh der Rasse Simmentaler an. Das Alter der Kühe lag zwischen 3 und 15 Jahren.

5.1.2.2 Technische Ausrüstung

Alle Ultraschalluntersuchungen wurden mit demselben Ultraschallgerät wie in Teil 1 durchgeführt. Verwendet wurde der 8.0 MHz-Linearschallkopf, dessen Eindringtiefe maximal 10 cm betrug. Die Ultraschallbilder wurden zur Dokumentation auf einer Chipkarte gespeichert. Die Vermessung aller Grösseparameter wurde direkt am Bildschirm mithilfe der Messeinrichtung des Ultraschallgerätes vorgenommen.

5.2 Methodik

5.2.1 Teil 1

5.2.1.1 Sonographische Untersuchung des graviden Uterus im Wasserbad

Bei der sonographischen Untersuchung der graviden Uteri im Wasserbad wurden die Uteruswand und Plazentome dargestellt. Die Lage der sonographisch untersuchten Plazentome wurde auf der Aussenseite der Gebärmutter mit einem Faden markiert. Im Anschluss an die Ultraschalluntersuchungen wurden die trächtigen Uteri in Wasser bei -21° C eingefroren.

5.2.1.2 Anfertigung der Gefrierschnitte

Die in Wasser eingefrorenen Uteri wurden an den markierten Bereichen mit einer Säge in Längsscheiben mit einer Schichtdicke von fünf bis zehn Zentimeter geschnitten. Die Gefrierschnitte, insbesondere die markierten Plazentome einschliesslich der interkarunkulären Uteruswand wurden mit der Digitalkamera Nikon Coolpix 5700, Japan, fotografiert. Anschliessend erfolgte ein Vergleich der Plazenta und Uteruswand von den sonographischen Abbildungen mit den Gefrierschnittfotos.

5.2.2 Teil 2

5.2.2.1 Untersuchungsschema

Zu Beginn der sonographischen Untersuchungen wurden sechs Kühe im fortgeschrittenen Graviditätsstadium (4.-6. Graviditätsmonat) bis zum Trächtigkeitsende monatlich untersucht. Bei drei Kühen wurden ab der 10. Graviditätswoche und bei weiteren drei Kühen ab der 12. Trächtigkeitswoche vierzehntägige Ultraschalluntersuchungen bis zur Geburt durchgeführt.

Die übrigen 12 Kühe wurden ab der 6.-8. Graviditätswoche bis zum Ende der Trächtigkeit in wöchentlichem Abstand ultrasonographisch untersucht.

Der Zeitpunkt der künstlichen Besamung war bekannt und somit wurde das Trächtigkeitsalter der jeweiligen Kuh rechnerisch ermittelt.

5.2.2.2 Transrektale Ultraschalluntersuchung

Die sonographischen Untersuchungen erfolgten ausschliesslich transrektal. Zunächst wurden manuell die Fäzes aus dem Rektum des Tieres entfernt und anschliessend der Schallkopf mit der Hand durch den Anus eingeführt und am Rektumboden nach kranial geschoben. Nach Sichtbarwerden des Uterus wurde der Linearschallkopf mit dorsoventralem Strahlengang dorsal im Bereich der Bifurkation aufgelegt. Durch Schwenken des Schallstrahls nach lateral wurde der gravide Uterus in Längsschnitten dargestellt. In der Frühgravidität wurden die Gebärmutterwand und die innenliegende Fruchtblase bzw. der Embryo in einer Untersuchungsebene an mehreren Stellen angeschnitten.

5.2.2.3 Untersuchungsprotokoll

Die Kühe wurden an jedem Untersuchungstag nach dem gleichen Schema untersucht und die gemessenen Daten in einem Untersuchungsprotokoll eingetragen. Um das Sichtbarwerden der Plazentome und ihr Wachstum innerhalb der einzelnen Regionen des Uterus zu ermitteln, wurde im Untersuchungsprotokoll der Uterus in zervixnah, nahe Corpus uteri, Horn und Hornspitze sowie in graves und nicht-graves Horn unterteilt.

Das Untersuchungsprotokoll ist im Anhang unter Punkt 11.2 dargestellt.

5.2.2.4 Messungen

Vermessen wurden das Myometrium, das Endometrium samt anhaftendem Allantochorion und das Myometrium mit aufsitzendem Plazentom. An den Plazentomen wurden neben der Höhe und Breite der Plazentome auch die Länge und Breite des Karunkelstiels vermessen. Zusätzlich erfolgten Messungen der Länge von der Spitze des Karunkelstiels bis zur Spitze des Plazentoms sowie der Dicke des im Ultraschall hyperechogen darstellbaren Randsaums der Plazentome. Ab der 12. Trächtigkeitswoche wurde die Uteruswanddicke mit anhaftendem Chorion laeve im interkarunkulären Bereich, (siehe 4.4.1) in Anlehnung an RENAUDIN et al. (1997) gemessen.

Bei den sonographischen Untersuchungen wurden in der Frühgravidität bis zur 8. Woche der Gravidität zwei bis vier Plazentome und ab der 9. Trächtigkeitswoche bis zur Geburt mindestens fünf oder mehr Plazentome in ihrer Höhe und Breite vermessen.

5.2.2.4.1 Messung der Uteruswanddicke mit anliegendem Allantochorion (Chorion laeve) im interkarunkulären Bereich (CTUP)

Die Messung der Uteruswanddicke samt anhaftendem Allantochorion (Chorion laeve) im interkarunkulären Bereich (CTUP = Combined Thickness of Uterus and Placenta) erfolgte an der ventralen Wand des Corpus uteri nahe der Zervix (Abb. 1). Die Harnblase grenzt in diesem Bereich an den Uterus. So lassen sich Uteruswand zusammen mit dem Chorion laeve als deutlich echogene Strukturen von Harn und Allantoisflüssigkeit, die sich echoarm darstellen, unterscheiden. Es wurde je Untersuchungstag aus mehreren Messungen der arithmetische Mittelwert berechnet. Lagen auf einem Ultraschallbild grosse Unterschiede in der Dicke der Uteruswand mit anhaftendem Chorion laeve vor, so wurde die dickste und die schmalste Stelle vermessen und daraus ebenfalls der Mittelwert gebildet.

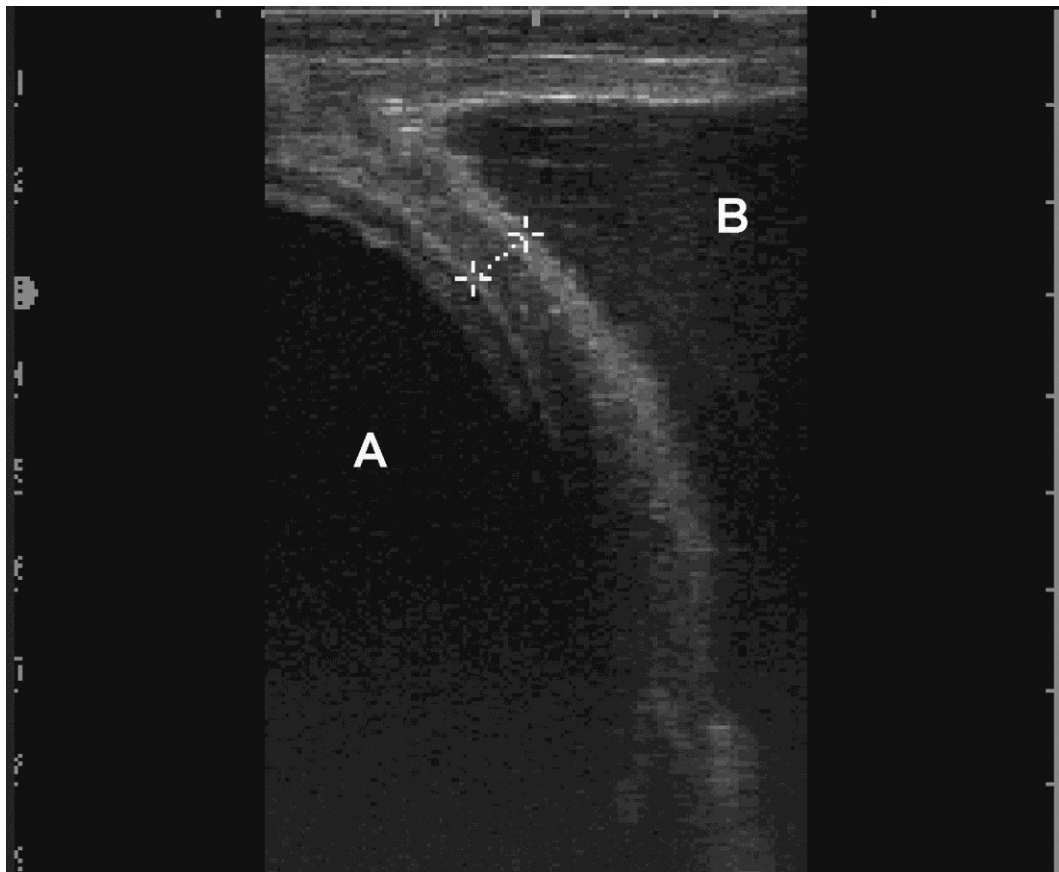


Abb. 1 Die Messung der Uteruswand samt anhaftendem Chorion laeve im interkarunkulären Bereich (Kreuze) in Anlehnung an RENAUDIN et al. (1997) in der 22. Woche der Gravidität bei einer Kuh.
A: Harnblase; B: Allantoisflüssigkeit.

5.2.2.4.2 Vermessung des Endometriums mit anliegendem Allantochorion

Beim nicht-graviden Uterus ist das im Zentrum des Uterus liegende Endometrium samt anhaftendem Allantochorion als eine helle Linie erkennbar (KÄHN 1991).

Die Messpunkte befanden sich jeweils an der äussersten Grenzschrift des Myometriums und des den fetalen Flüssigkeiten zugewandten Endometriums mit Allantochorion (Abb. 2).

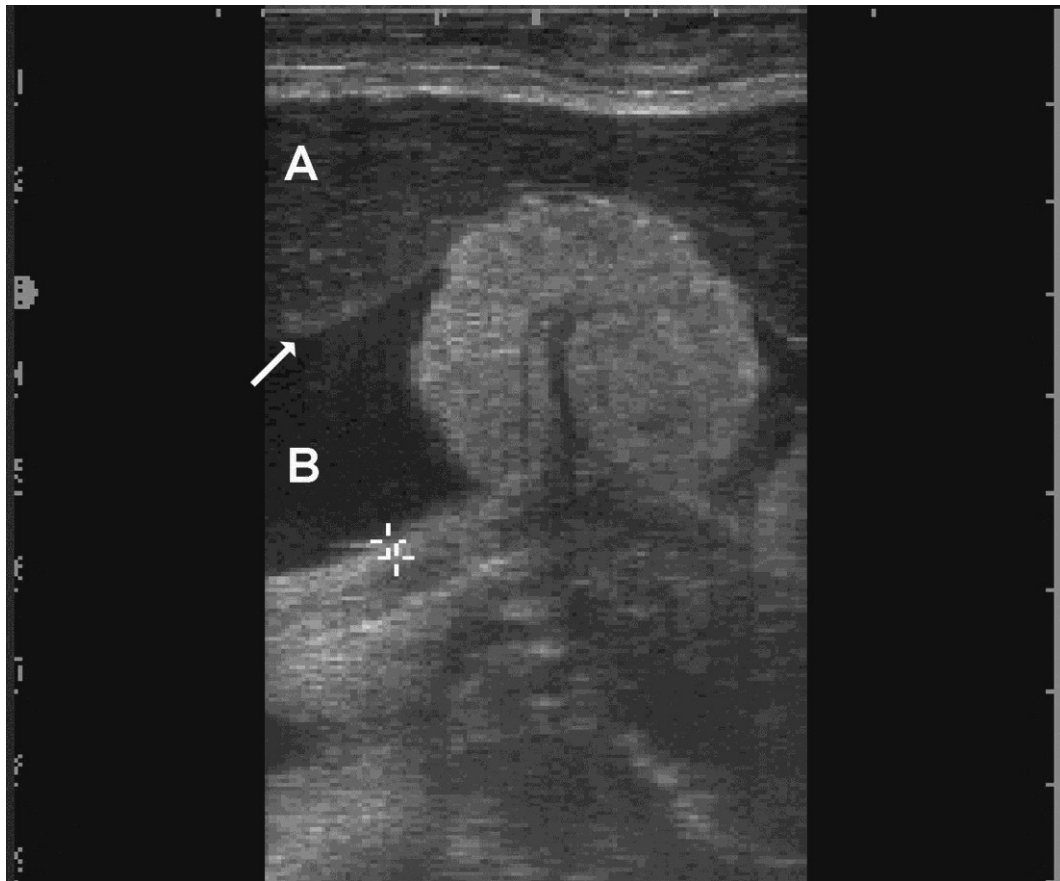


Abb. 2 Die Vermessung des Endometriums mit anhaftendem Allantochorion (Kreuze) im Bereich des Horns des graviden Uterushorns in der 27. Woche der Gravidität. A: Amnionflüssigkeit; B: Allantoisflüssigkeit; Pfeil: Allantoamnion

5.2.2.4.3 Vermessung des Myometriums

Das sonographische Bild des Myometriums ist durch körnige, unterschiedlich strukturierte Grautöne gekennzeichnet (KÄHN 1991).

Als Messpunkt für die Dicke des Myometriums wurde die Grenze zwischen dem Perimetrium und dem Endometrium festgelegt. Das Perimetrium stellte sich sonographisch als eine sehr dünne, echogene Linie dar. (Abb. 3).

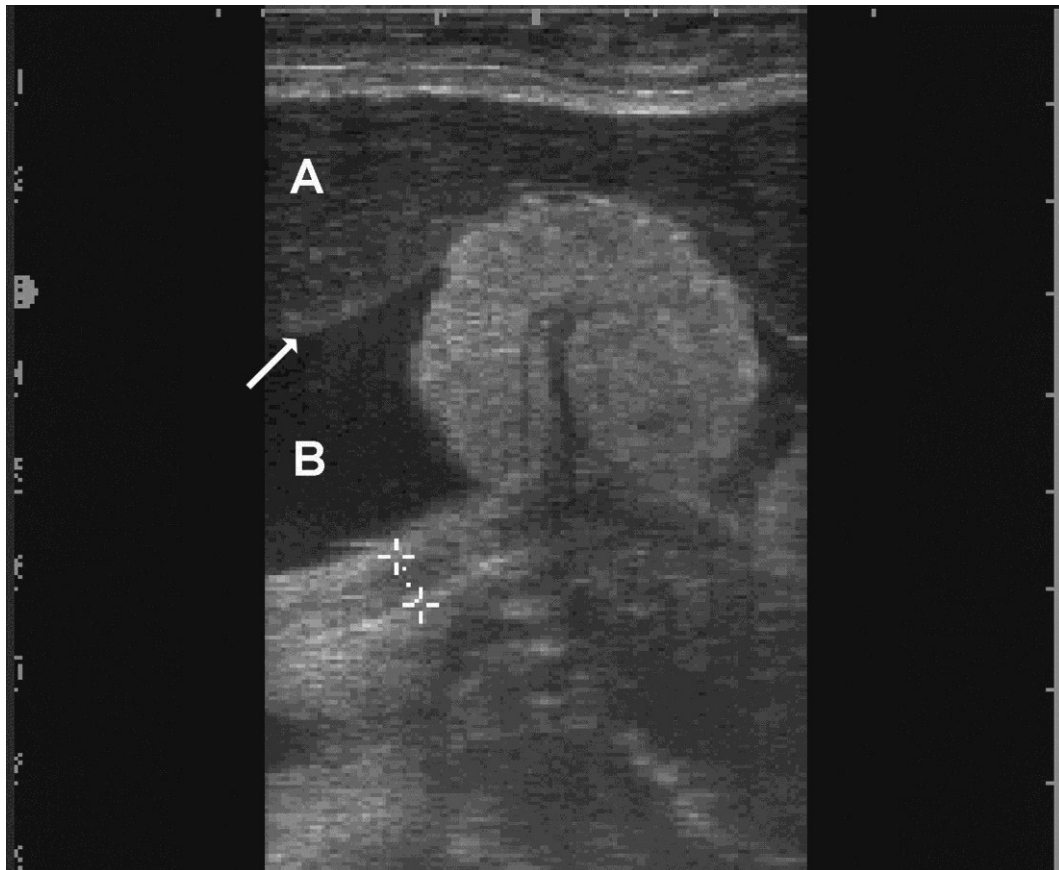


Abb. 3 Die Vermessung des Myometriums (Kreuze) im Bereich des Horns des graviden Uterushorns in der 27. Woche der Gravidität. A: Amnionflüssigkeit; B: Allantoisflüssigkeit; Pfeil: Allantoamnion.

5.2.2.4.4 Vermessung des Myometriums unterhalb des Plazentoms

Das Myometrium unterhalb eines Plazentoms zeigte sich wie das Myometrium ohne aufsitzende Plazentome von mittelgradiger Echogenität und körniger, homogen erscheinender Struktur.

Als Messpunkte für die Dicke des Myometriums mit aufsitzendem Plazentom wurde die Uteruswand direkt unterhalb des Plazentoms sowie als äusserste begrenzende Schicht die echogene, schmale Linie des Perimetriums festgelegt (Abb. 4).

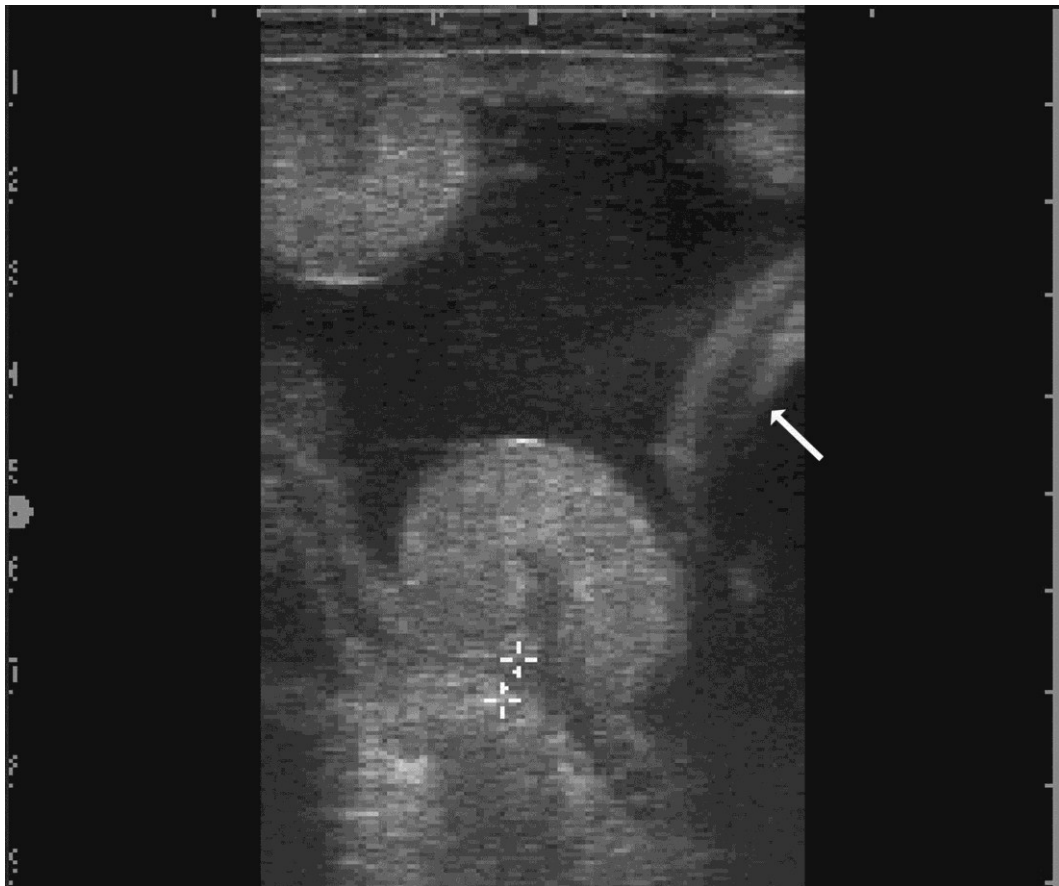


Abb. 4 Die Vermessung des Myometriums (Kreuze) unterhalb des Plazentoms im Bereich des Corpus uteri im graviden Uterushorn in der 21. Graviditätswoche. Der Pfeil markiert das Schwanzende des Fetus.

5.2.2.4.5 Vermessung des Plazentoms

Die Plazentome wurden in ihrer Höhe und in ihrer Breite vermessen. Dabei wurde der jeweils grösstmögliche Höhen- bzw. Breitendurchmesser bestimmt.

5.2.2.4.5.1 Höhe des Plazentoms

Es wurde die grösste Längenausdehnung vom äussersten Ende des Plazentoms bis zum Myometrium bestimmt (Abb. 5).

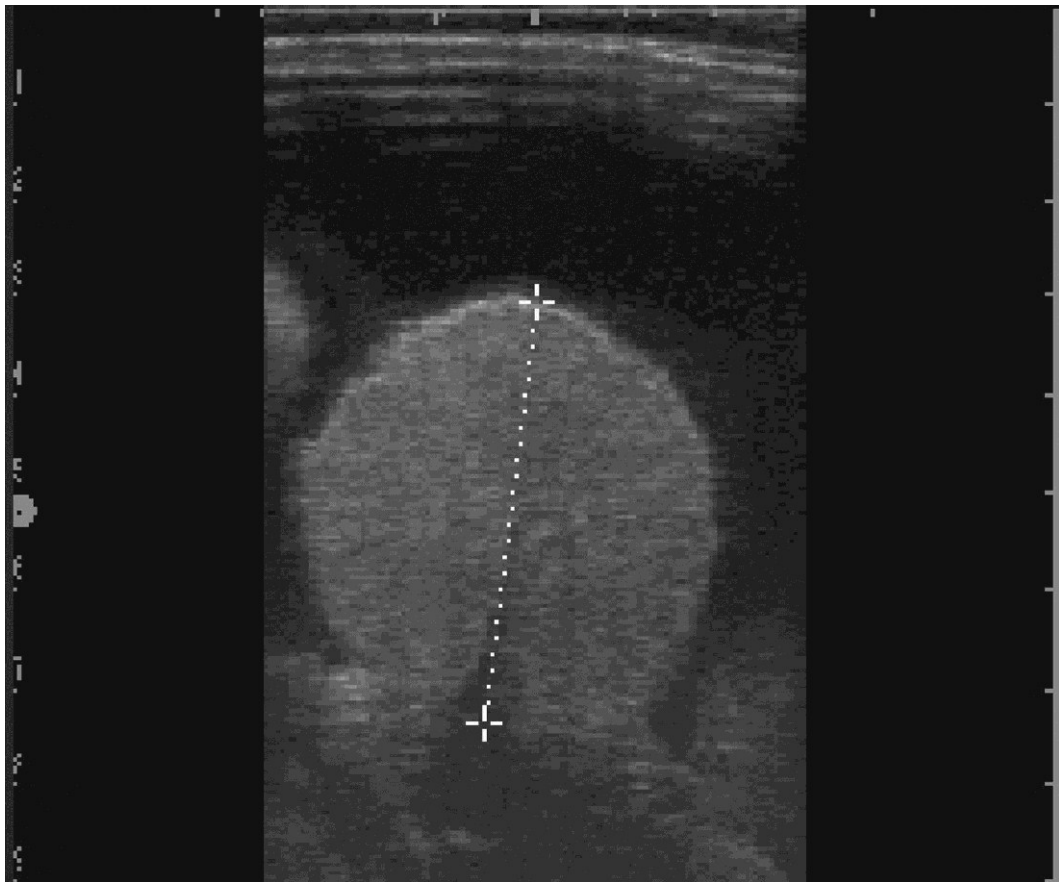


Abb. 5 Vermessung der Höhe des Plazentoms (Kreuze) lokalisiert im Hornbereich des graviden Uterushorns in der 36. Woche der Gravidität.

5.2.2.4.5.2 Breite des Plazentoms

Für die Vermessung der Breite des Plazentoms wurde die grösste Ausdehnung des Querdurchmessers des Plazentoms parallel zur Uteruswand festgelegt (Abb. 6).

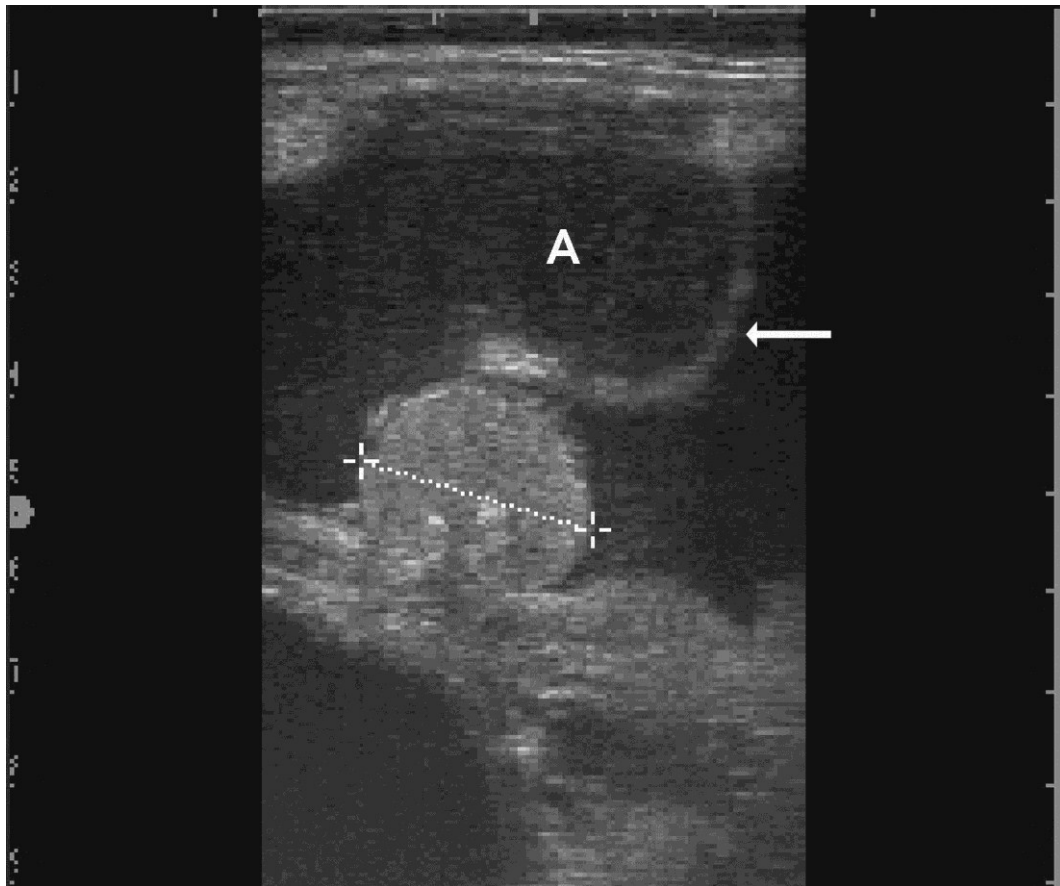


Abb. 6 Vermessung der Breite eines Plazentoms (Kreuze) lokalisiert im Corpus uteri des graviden Uterushorns in der 20. Woche der Gravidität. A: Amnionflüssigkeit; Pfeil: Allantoamnion.

5.2.2.4.6 Vermessung des Karunkelstiels

Im Zentrum eines Plazentoms lässt sich sonographisch eine baumartige, echointensivere Innenstruktur darstellen (KÄHN 1991), der sogenannte Karunkelstiel. Die Länge und Breite des Karunkelstiels wurde vermessen. Er war in der fortgeschrittenen Gravidität sonographisch meist als echoarme Struktur innerhalb des Plazentoms erkennbar. Für die Messungen wurde der jeweils grösstmögliche Längs- bzw. Breitendurchmesser verwendet.

5.2.2.4.6.1 Länge des Karunkelstiels

Für die Länge des Karunkelstiels wurde die grösste Längenausdehnung von seiner Basis, ausgehend vom Myometrium, bis zu seiner Spitze bestimmt (Abb. 7).

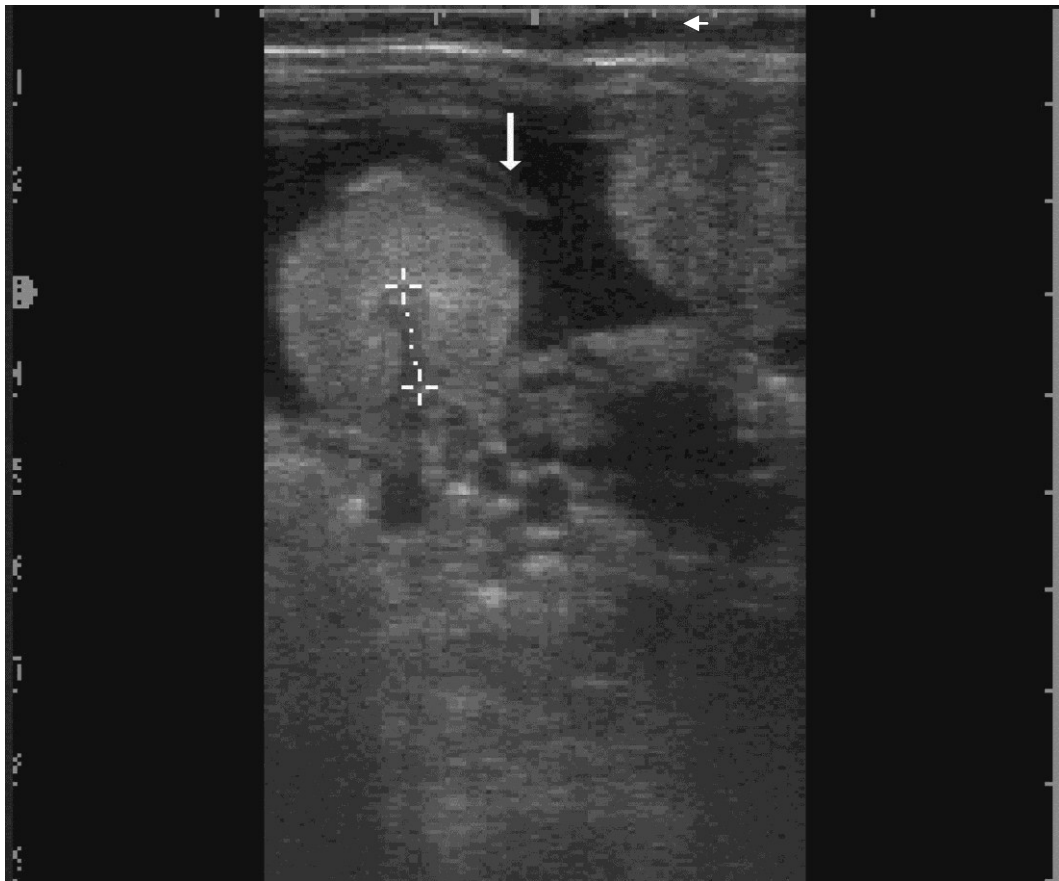


Abb. 7 Vermessung der Länge des Karunkelstiels (Kreuze) bei einem Plazentom lokalisiert im Hornbereich des graviden Uterushorns bei einer Kuh in der 21. Graviditätswoche. Der Pfeil markiert das Allantoamnion.

5.2.2.4.6.2 Breite des Karunkelstiels

Die Vermessung der Breite des Karunkelstiels erfolgte an seinem grössten Breitendurchmesser. Der hypoechogene Karunkelstiel war durch eine feine, echogene Linie umrandet. Die grösste Breite des Karunkelstiels befand sich meist an dessen Basis (Abb. 8).

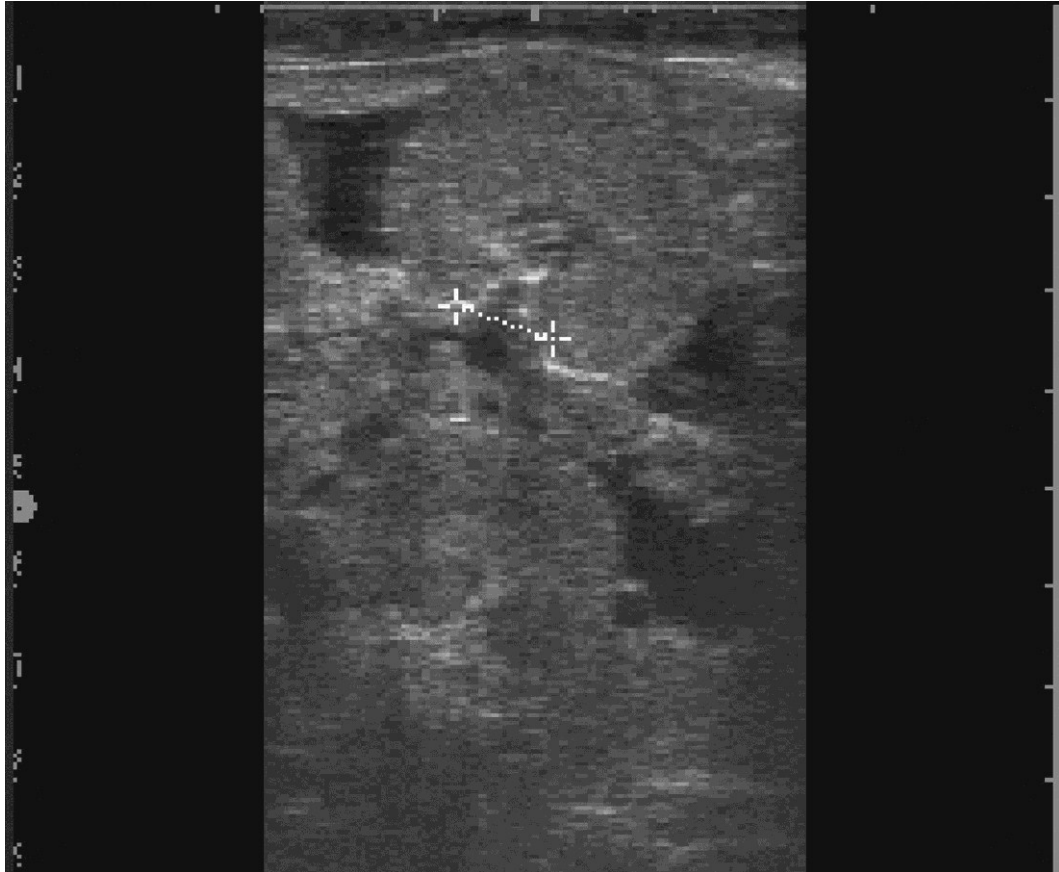


Abb. 8 Vermessung der Breite des Karunkelstiels (Kreuze) eines Plazentoms lokalisiert im Corpus uteri des graviden Uterushorns in der 29. Woche der Gravidität.

5.2.2.4.7 Vermessung der Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze

Es wurde die Länge zwischen der Karunkelstielspitze und der grösstmöglichen Längenausdehnung des gesamten Plazentoms gemessen (Abb. 9).

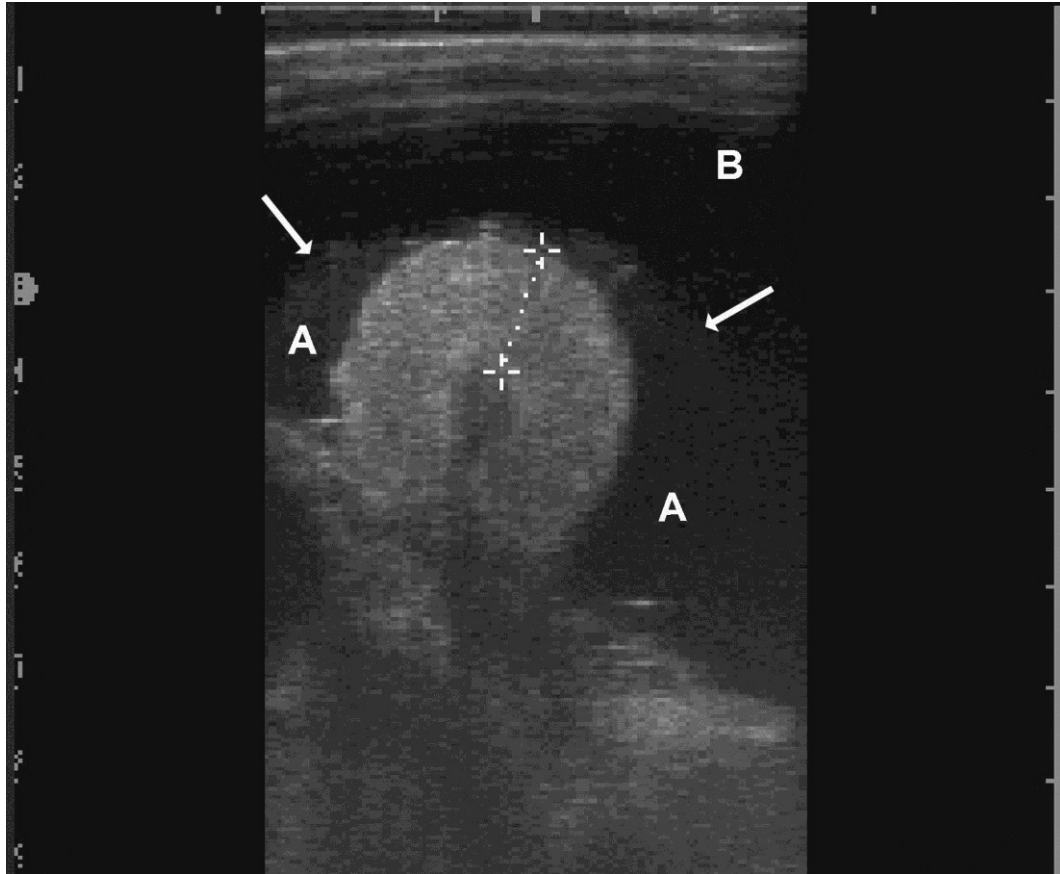


Abb. 9 Vermessung der Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze (Kreuze) bei einem Plazentom lokalisiert im Corpus uteri des graviden Uterushorns in der 26. Graviditätswoche. Die Pfeile markieren das Allantoamnion. A: Amnionflüssigkeit; B: Allantoisflüssigkeit.

5.2.2.4.8 Messung des hyperechogenen Randsaums des Plazentoms

Die Plazentome sind durch einen schmalen, sehr echohellen Randsaum umgeben (KÄHN 1991). Es wurden Messungen an der grösstmöglichen Dicke des Randsaums vorgenommen (Abb. 10).

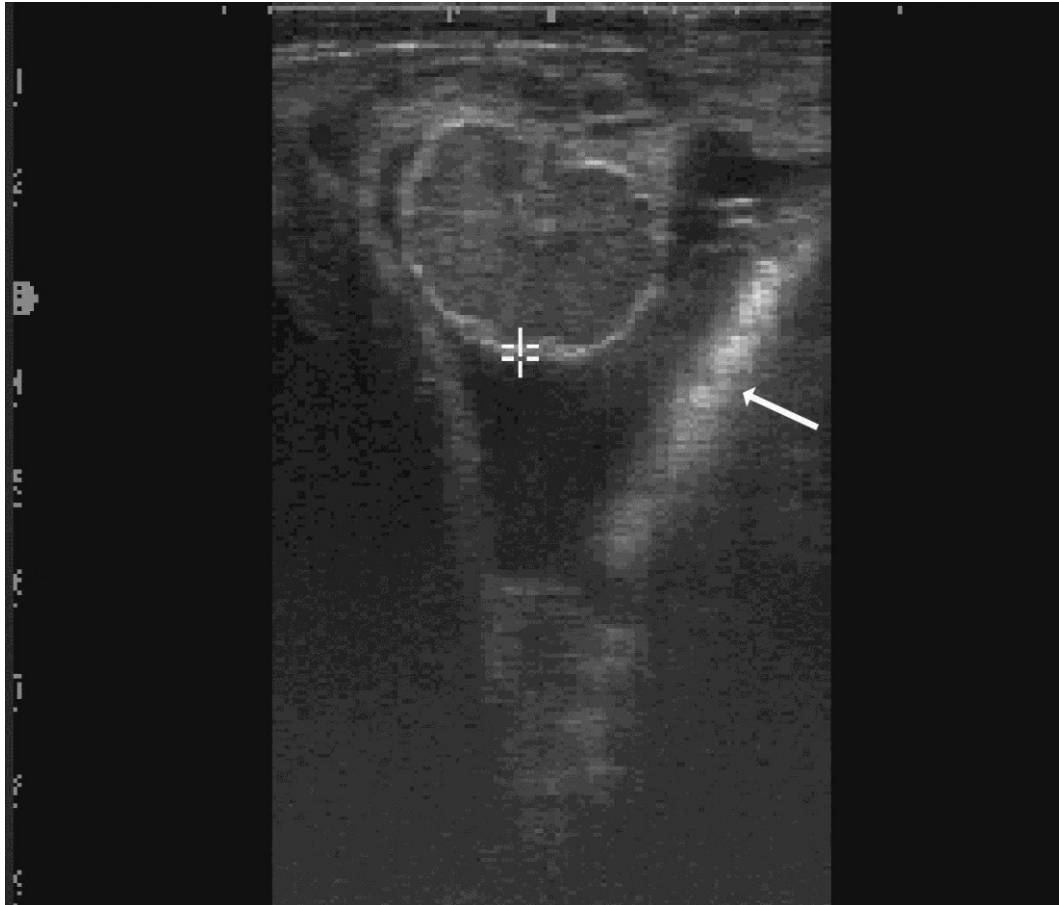


Abb. 10 Vermessung des Randsaums eines Plazentoms (Kreuze) lokalisiert im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns in der 37. Woche der Gravidität. Der Pfeil markiert die Pansenwand.

5.2.2.4.9 Einteilung der Echogenität der fetalen Flüssigkeiten

Für die Beurteilung der Echogenität der fetalen Flüssigkeiten wurde das Wertungssystem nach MCKINNON et al. (1988) mit einer Skala von 1 bis 4 verwendet. Als Grad 1 wurde auf dem Ultraschallbild weiss erscheinende, d.h. stark echogene oder hyperechogene Flüssigkeiten eingestuft. Bei Grad 2 erschien die Flüssigkeit hellgrau (halbechogen oder schwach hyperechogen) und bei Grad 3 stellte sich die Flüssigkeit dunkelgrau, d.h. hypoechogen dar. Wenige hyperechogene Strukturen im anechogenen Medium konnten sichtbar sein. Als Grad 4 wurden anechogene Flüssigkeiten, auf dem Ultraschallbild schwarz dargestellt, eingestuft. Konnte die Echogenität nicht eindeutig einem Grad zugeteilt werden, wurden halbe Zahlen vergeben.

5.2.2.4.9.1 Allantoisflüssigkeit

Die Echogenität der Allantoisflüssigkeit wurde an verschiedenen transrektal erreichbaren Regionen des Uterus beurteilt (Abb. 11 und 12).

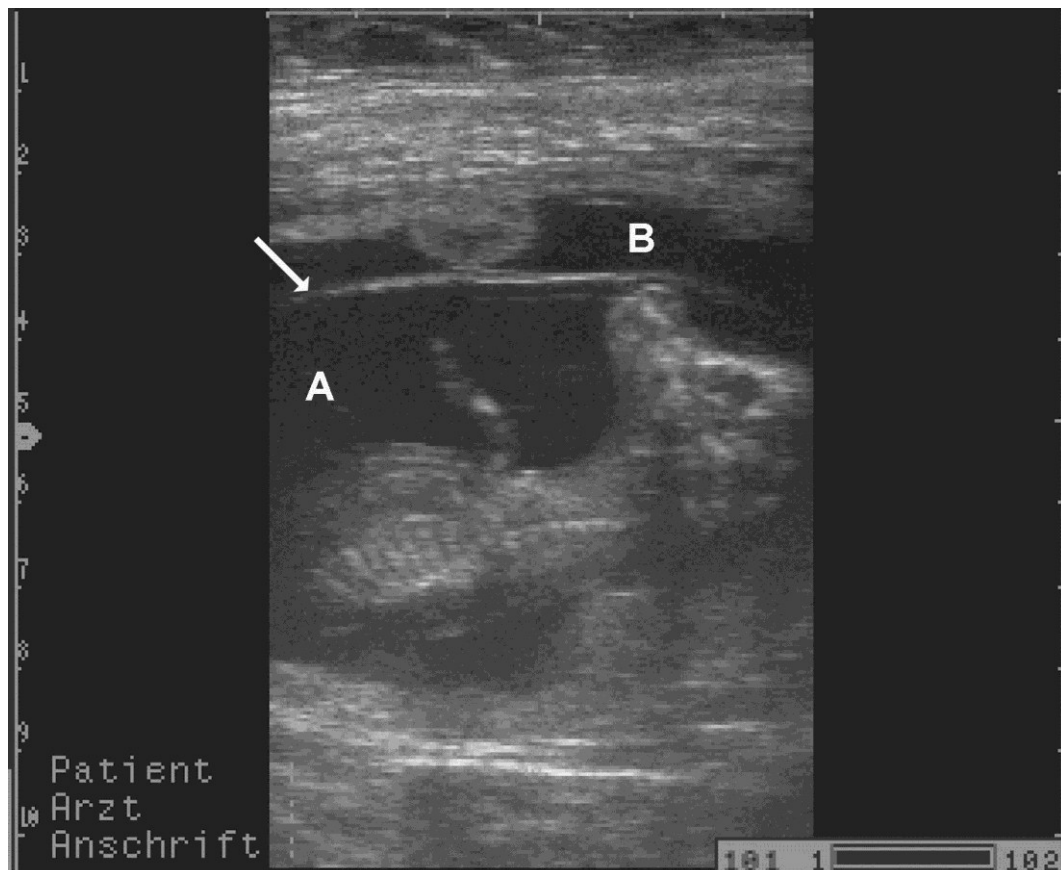


Abb. 11 Allantois- und Amnionflüssigkeit in der 10. Woche der Gravidität. Der Pfeil markiert das Allantoamnion. Der Fetus liegt innerhalb der Amnionflüssigkeit. A: Amnionflüssigkeit; B: Allantoisflüssigkeit.

5.2.2.4.9.2 Amnionflüssigkeit

Das dünne, echointensive Allantoamnion ist als flotierende Membran zwischen der Allantois- und Amnionflüssigkeit zu erkennen. Mit fortschreitender Trächtigkeit nimmt die Echogenität der Amnionflüssigkeit schneegestöberartigen Charakter an (KÄHN 1991). Anhand dieser sonographischen Merkmale konnte immer zwischen der Allantois- und Amnionflüssigkeit unterschieden werden (Abb. 11 und 12).

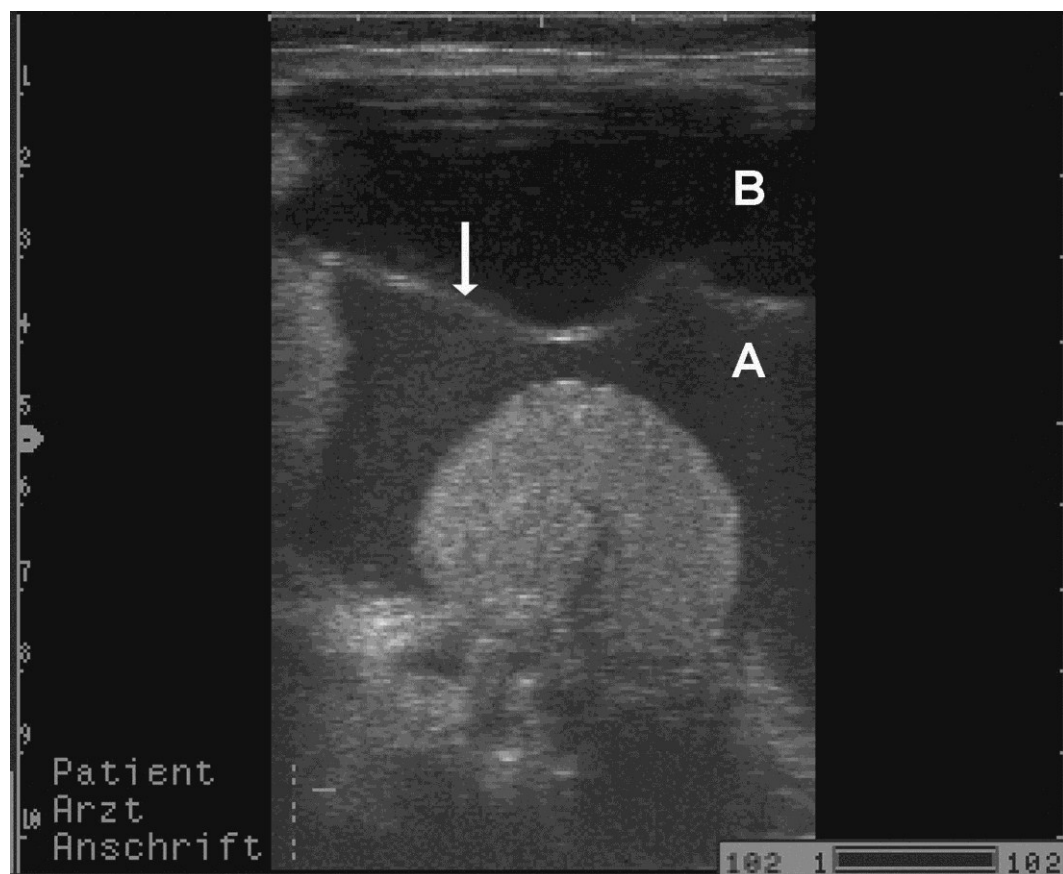


Abb. 12 Allantois- und Amnionflüssigkeit in der 26. Graviditätswoche. Der Pfeil markiert das Allantoamnion. A: Amnionflüssigkeit; B: Allantoisflüssigkeit.

5.3 Statistik

Die erhobenen Daten aus insgesamt 459 Ultraschalluntersuchungen wurden protokolliert, in Excel computerisiert, anschliessend in das Statistikprogramm JMP 7.0 des Herstellers SAS Institute Inc., USA eingelesen und graphisch als Streudiagramme dargestellt. Das Trächtigkeitsalter (Woche der Gravidität) wurde auf der Abzisse in Wochen und der sonographisch gemessene Wert auf der Ordinate in Zentimeter (cm) dargestellt.

Die Berechnung der Wachstumsfunktionen für die Höhe und Breite der Plazentome, für die Länge und Breite des Karunkelstiels sowie für die Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze und für die Dicke des Randsaums des Plazentoms erfolgte über den Zwischenschritt der Mittelwertbildung der einzelnen Messparameter je Untersuchungstag und je Kuh. Analog wurde mit den Parametern Myometrium und Endometrium vorgegangen. Die Durchschnittswerte wurden jeweils als Mittelwerte und Standardabweichung ($\bar{x} \pm s$) berechnet.

Mithilfe des Statistikprogramms wurde geprüft, welche Regressionsfunktion (linear oder polynom) das Wachstum der einzelnen Messparameter am besten beschrieb. Das am besten geeignete Modell wurde ausgewählt. Es zeigte sich, dass das Wachstumsverhalten bei allen gemessenen Parametern am besten durch die polynome Funktion 2. Grades beschrieben wurde. Deshalb wurden nur diese in den Ergebnissen vorgestellt.

Weiterhin wurde die Regressionsgleichung ermittelt und der Korrelationskoeffizient (r) errechnet. Dieser Korrelationskoeffizient sowie die Streuung der einzelnen Ergebnisse wurden als Kriterien genutzt, wie präzise das Wachstum des jeweiligen Parameters mit der Dauer der Trächtigkeit korrelierte. Bei der Beschreibung der untersuchten Parameter wurde die Trächtigkeitswoche als Kovariate in jedes Modell aufgenommen.

Ferner wurde mit dem Programm JMP 7.0 die Signifikanz P für die Korrelation zur Woche der Gravidität ermittelt. Ein P -Wert von ≤ 0.05 wurde als Signifikanzschwelle definiert.

Zur Berechnung der Veränderungen der Echogenität der Allantois- und Amnionflüssigkeit wurde der Median der einzelnen Grade je Untersuchungstag und je Kuh gebildet. In der graphischen Darstellung wurde der Median und die maximale und minimale Echogenität angegeben.

5.4 Tierversuchsbewilligung

Für die sonographischen Untersuchungen aller Kühe lag eine Tierversuchsbewilligung (Nr. 24/2006) des kantonalen Veterinäramts Zürich vor.

6 Ergebnisse

6.1 Sonographische Untersuchungen an exentrierten, graviden Uteri (Teil 1)

6.1.1 Vergleich der Ultraschallbilder mit den Gefrierschnittfotos

Auf den Ultraschallbildern eines tragenden Uterus am 40. Tag der Gravidität sind im Bereich des Embryos Plazentome zu erkennen (Abb. 13). Sie wölben sich knöpf förmig in das Uteruslumen hinein und sind von den senkrecht ins Uteruslumen ragenden Falten unterscheidbar. Das Endometrium mit anliegendem Allantochorion, dem Chorion laeve, sowie das Myometrium konnte zu diesem Zeitpunkt der Gravidität sonographisch nicht immer eindeutig unterschieden werden. Das Myometrium zeigt körnige, unterschiedlich strukturierte Grautöne, insgesamt eher hell- als dunkelgrau. Teilweise ist das Endometrium mit dem Chorion laeve als eine hauchdünne, echogene Linie erkennbar.

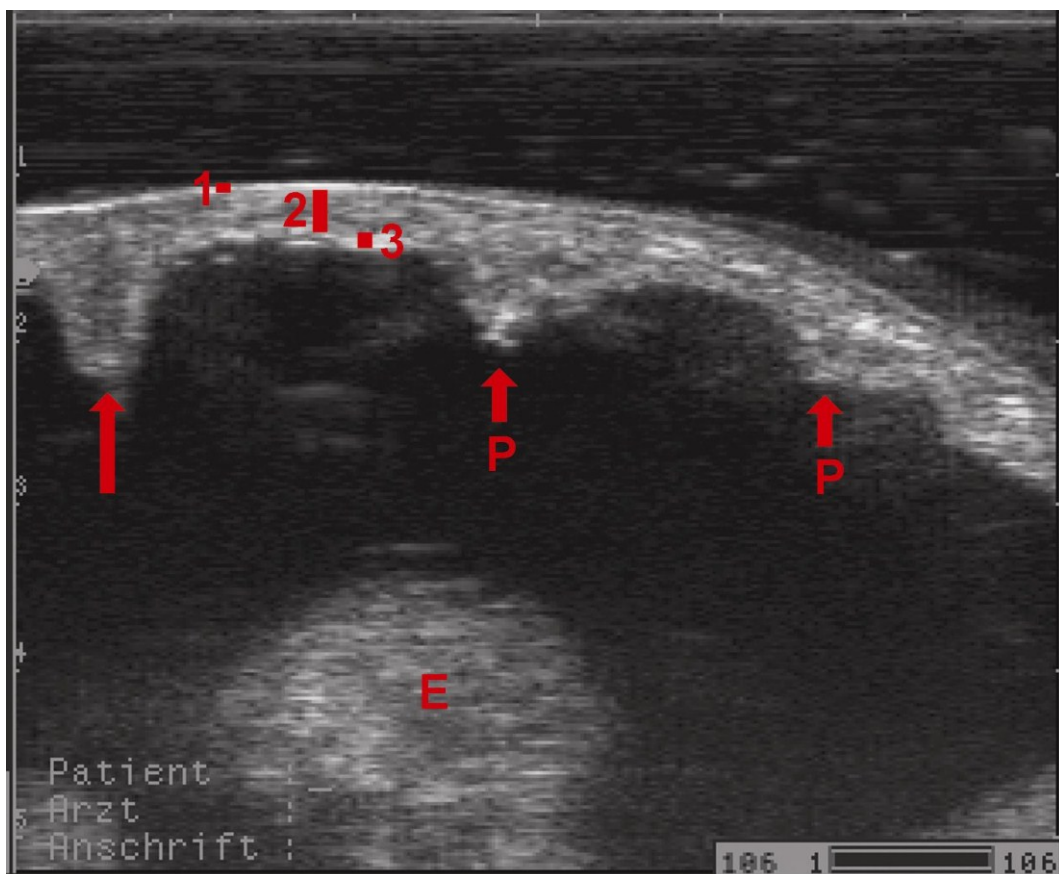


Abb. 13 Sonographisches Bild eines Uterus am 40. Tag der Gravidität. P: Plazentom; Pfeil: Falte; E: Embryo; 1: Tela subserosa und Perimetrium; 2: Myometrium; 3: Endometrium mit anliegendem Allantochorion; Aufnahme im Wasserbad.

Auf dem Ultraschallbild haben Endometrium und Myometrium zusammen eine maximale Dicke von 0.5 cm. Den äusseren Abschluss der Uteruswand bildet die Tela subserosa und das Perimetrium, als sehr dünne, einheitliche und echogene Linie erkennbar.

Die auf dem Ultraschallbild unterscheidbaren Strukturen sind mit denen des Gefrierschnitts vergleichbar (Abb. 14). Das Endometrium mit anliegendem Allantochorion zeigt sich auf dem Gefrierschnittsfoto als eine sehr dünne, helle Linie, die sich vom fleischfarbenen Myometrium gut abhebt. Wie auf den Ultraschallaufnahmen sind die Plazentome als halbkreisförmige bis knöpfartige Vorwölbungen von der Uteruswand erkennbar.

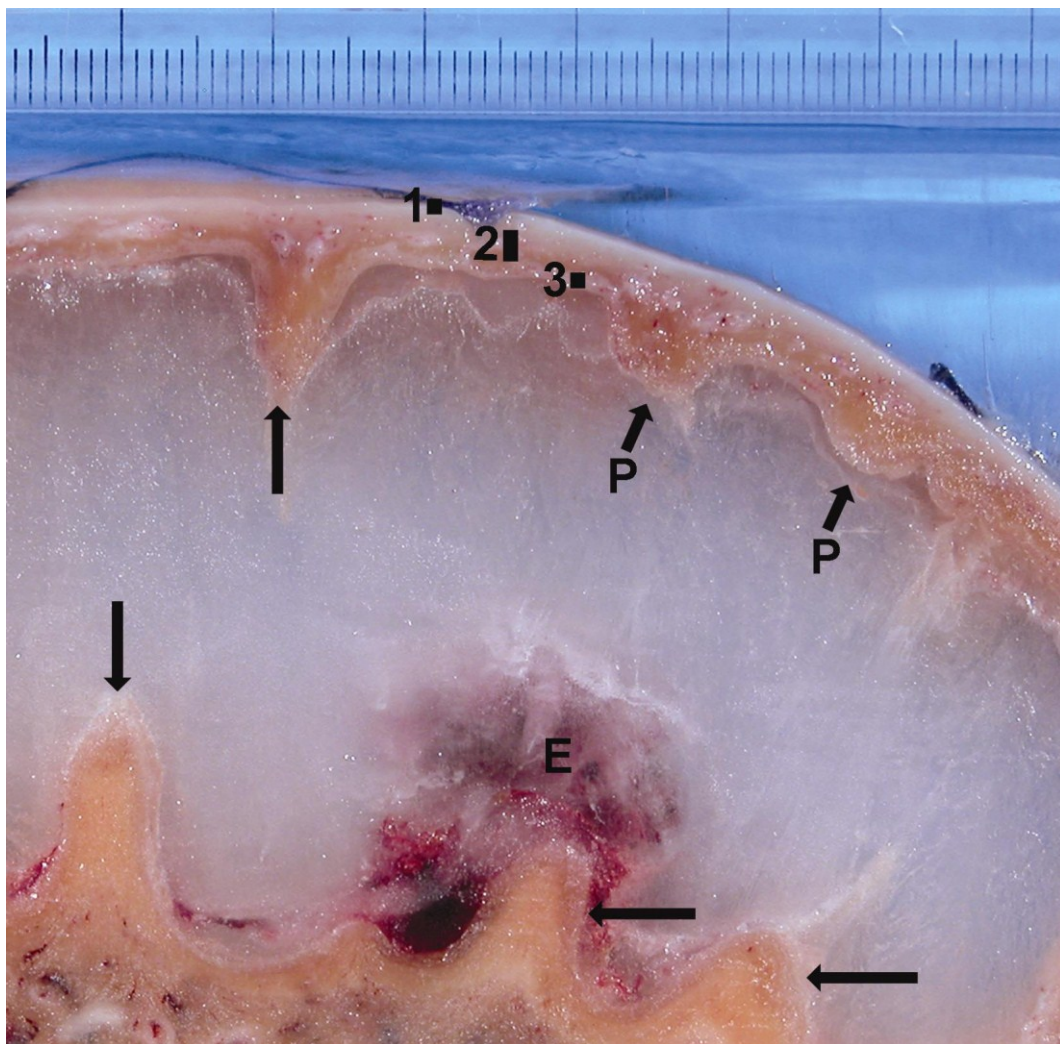


Abb. 14 Längsschnitt durch das graviden Uterushorn analog zur Untersuchungsebene in Abb. 13. P: Plazentom; Pfeil: Uteruswandfalte; 1: Tela subserosa und Perimetrium; 2: Myometrium; 3: Endometrium mit anliegendem Allantochorion; E: Embryo.

Die für diesen Zeitpunkt der Trächtigkeit auftretenden Falten der Uteruswand ragen kammartig und bis zu 2 cm hoch in das Uteruslumen hinein und geben dem Uterushorn das Bild einer

nischenartigen Kammerung. Die Tela subserosa und das Perimetrium als äusserer Abschluss der Uteruswand sind als feine, weisse Linie zu sehen.

Im Gegensatz zum frühgraviden Uterus lassen sich in der fortgeschrittenen Gravidität das Myometrium und das Endometrium mit anliegendem Allantochorion sonographisch deutlich voneinander unterscheiden (Abb. 15 und 17). Das Myometrium zeigt sich dunkelgrau und ist mit zahlreichen körnigen, echogenen Anteilen durchsetzt. Vom dunkelgrau erscheinenden Myometrium hebt sich das Endometrium mit dem anliegenden Allantochorion deutlich als schmale, echogene Linie ab. Dem Myometrium schliesst sich die bindegewebige Tela subserosa an. Den äusseren Abschluss der Uteruswand bildet die Tunica serosa (Perimetrium). Die Tela subserosa und das Perimetrium stellen sich sonographisch als sehr dünne, stark echogene Linie dar.

Die Plazentome haben deutlich an Grösse zugenommen und zeichnen sich durch eine runde oder ovale Form aus. Sie sind von einem schmalen, stark echogenen Randsaum umgeben. Im Inneren des Plazentoms, ausgehend von der Uteruswand, sieht man eine baumartige Struktur, die sich von ihrer Echogenität vom umliegenden Plazentomgewebe unterscheidet. Diese baumartige Struktur wird als Karunkelstiel bezeichnet und ist in seinem Inneren meist hypoechogen.

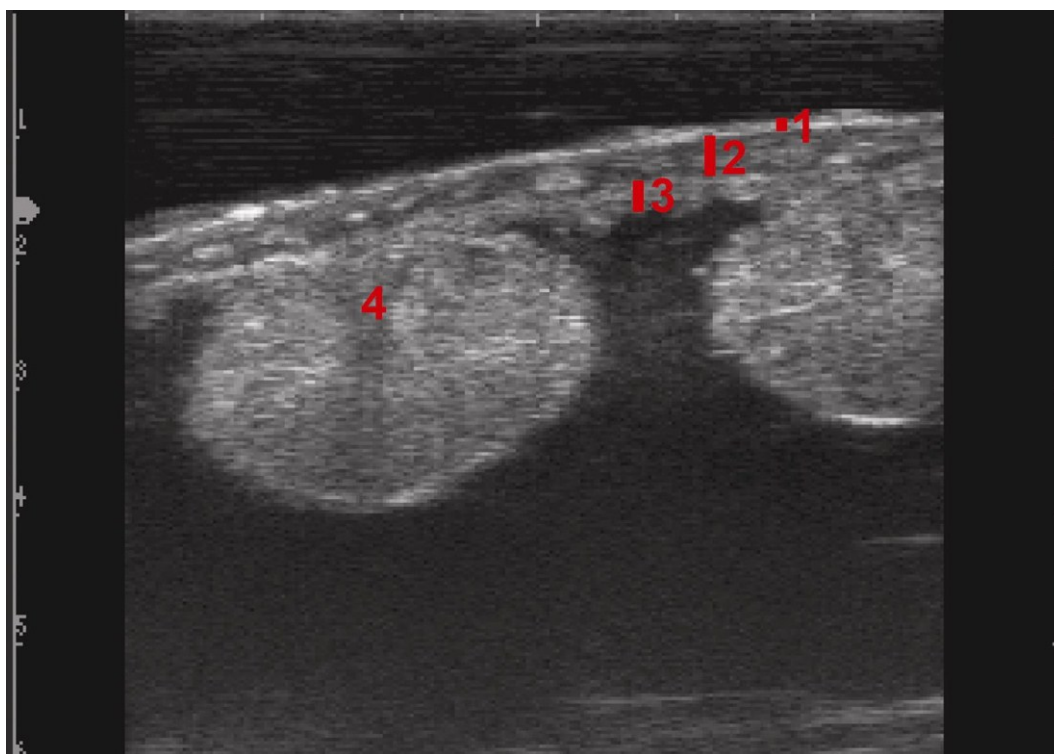


Abb. 15 Gravider Uterus mit zwei Plazentomen und Uteruswand in der 18. Woche der Trächtigkeit. 1: Tela subserosa und Perimetrium; 2: Myometrium; 3: Endometrium mit anliegendem Allantochorion; 4: Karunkelstiel; Aufnahme im Wasserbad.

Im Karunkelstiel verlaufen Blutgefässe, die die Placenta materna versorgen. Gelegentlich wird der Karunkelstiel gegenüber dem Plazentomgewebe durch eine feine, echogene Linie begrenzt. Die auf dem Ultraschallbild differenzierbaren Strukturen lassen sich problemlos den dazugehörigen Strukturen auf dem Gefrierschnitt zuordnen (Abb. 16 und 18). Die Tela subserosa und das Perimetrium als äussere umgebende Schicht des Myometriums hebt sich als feine weisse Linie vom fleischfarbenen Myometrium ab. Das Endometrium mit anliegendem Allantochochon ist als sehr dünne, helle Linie erkennbar.

Wie auf den Ultraschallbildern kann auf den Gefrierschnitten eine Unterscheidung der Plazentome in den maternalen Anteil, die Karunkel, und in den fetalen Anteil, die Kotyledone, vorgenommen werden. Der Karunkelstiel der Plazentome ist deutlich im Zentrum des Plazentoms als dunkelbraun gefärbte baumartige Struktur zu erkennen. Zusätzlich können die Chorionzotten andeutungsweise erkannt werden, was dem Plazentom das Aussehen eines stark zerklüfteten Plazentalabyrinths verleiht. Der auf den Ultraschallaufnahmen zu sehende echogene Randsaum der Plazentome ist auf den Gefrierschnitten als helle weisse Linie wiederzuerkennen (Abb. 16 und 18).

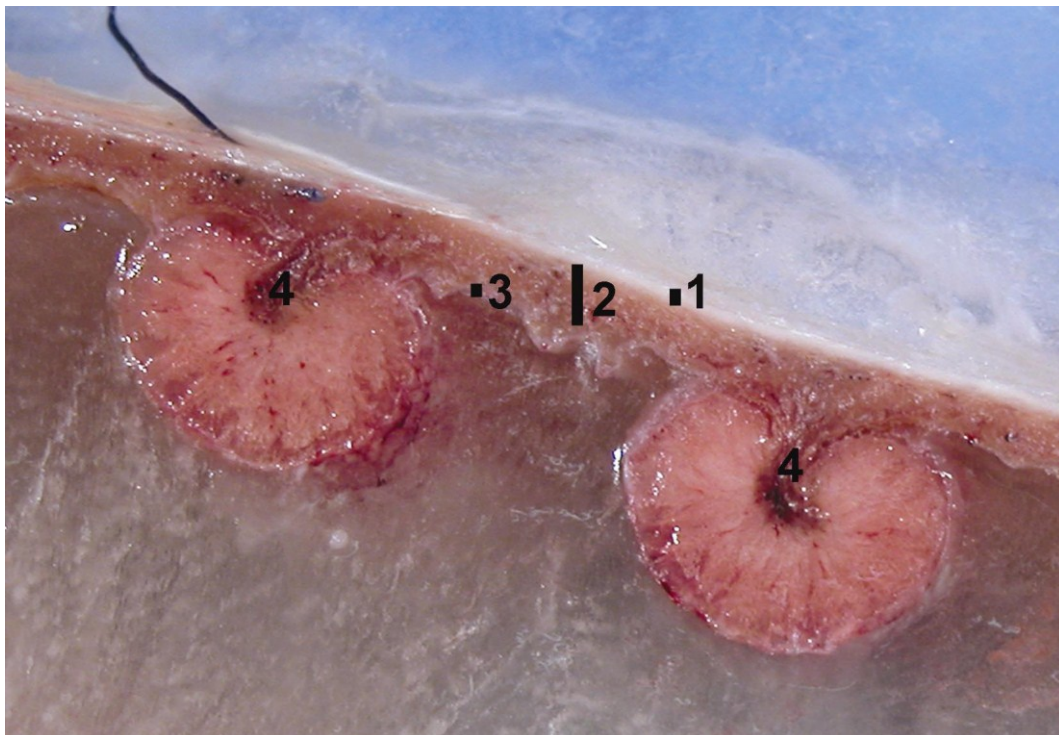


Abb. 16 Längsschnitt durch die zwei Plazentome und die Uteruswand analog zur Untersuchungsebene in Abb. 15. 1: Tela subserosa und Perimetrium; 2: Myometrium; 3: Endometrium mit anliegendem Allantochochon; 4: Karunkelstiel.

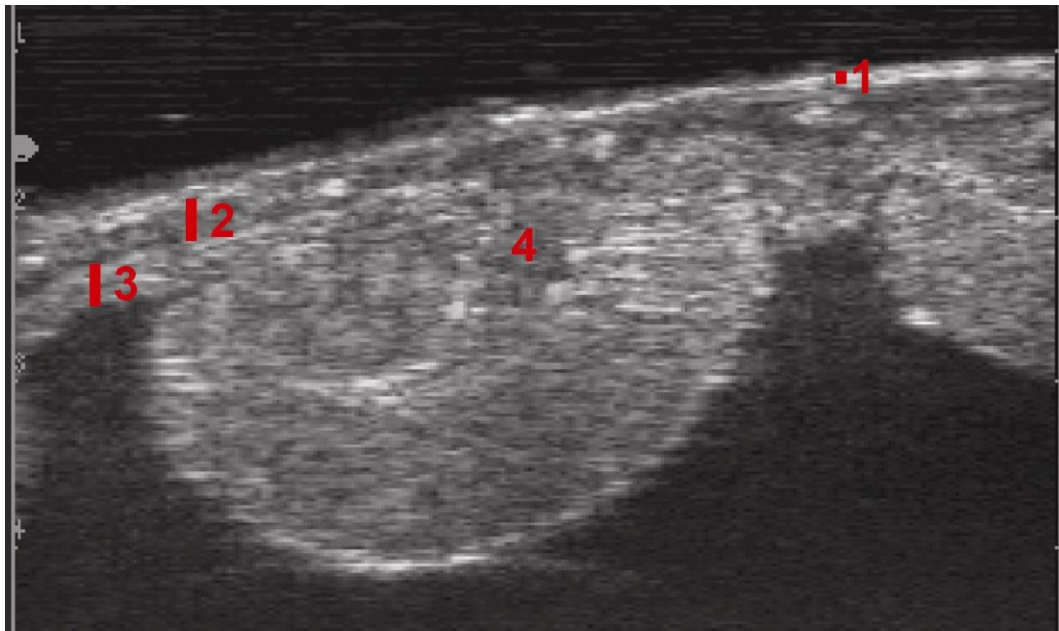


Abb. 17 Aufnahme eines Plazentoms im Wasserbad in der 20. Woche der Gravidität. 1: Tela subserosa und Perimetrium; 2: Myometrium; 3: Endometrium mit anliegendem Allantochorion; 4: Karunkelstiel. Der Karunkelstiel ist von einer feinen echogenen Linie umrandet.

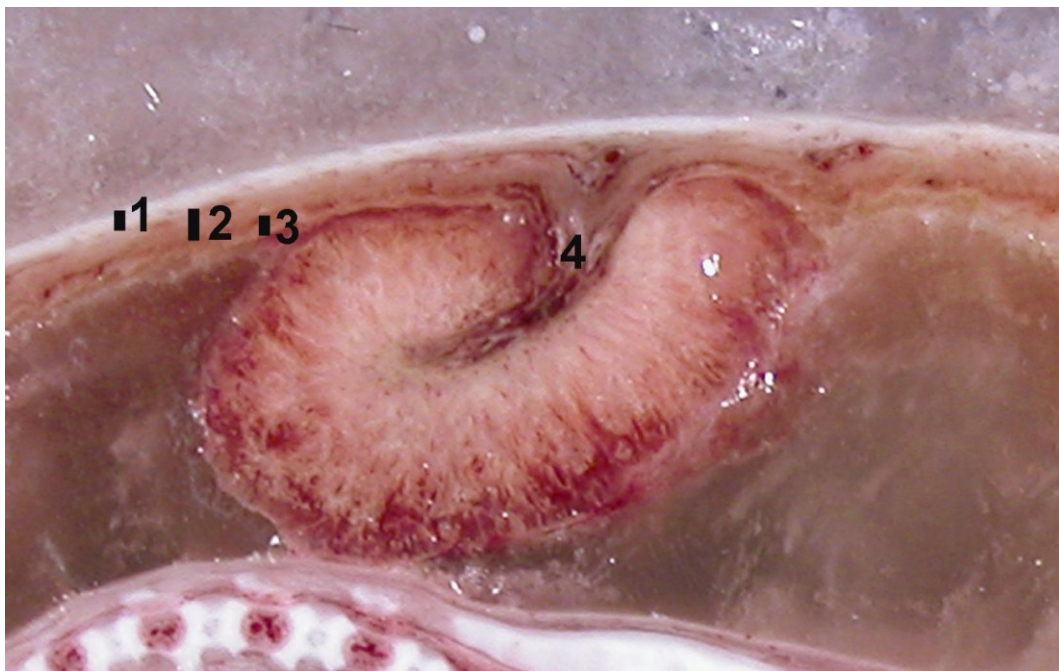


Abb. 18 Längsschnitt durch das Plazentom analog zur Untersuchungsebene in Abb. 19. 1: Tela subserosa und Perimetrium; 2: Myometrium; 3: Endometrium mit anliegendem Allantochorion; 4: Karunkelstiel. Distal des Plazentoms ist der Schwanz des Kalbes getroffen.

6.1.2 Histologie

Zum besseren Verständnis des Aufbaus der Placenta cotyledonaria des Rindes ist die histologische Übersicht von Uteruswand einschliesslich eines Plazentoms in Abb. 19 aufgeführt. Die Plazenta besteht aus dem maternalen Anteil, den endometrialen Karunkeln, und dem fetalen Anteil, die vom Chorion gebildeten Kotyledonen. Die fetalen Kotyledonen und die maternalen Karunkeln bilden zusammen das Plazentom. Als Chorion frondosum wird das Chorion im Bereich der Karunkeln bezeichnet, über das der hämotrophe Stoffaustausch stattfindet. Über das interkarunkulär gelegene Chorion, dem Chorion laeve, findet der histiotrophe Stoffaustausch statt. Die stark verzweigten Zottenbüschel der Kotyledonen senken sich tief in die Krypten der Uterusschleimhaut und es entwickelt sich mit zunehmender Gravidität ein stark zerklüftetes Labyrinth. Unterhalb des Karunkelstiels befinden sich im Endometrium keine Uterindrüsen. Dagegen kommen die Uterindrüsen im seitlichen Basisbereich der Karunkeln und in grosser Zahl interkarunkulär vor. Das Endometrium geht nahtlos in das Myometrium über, das aussen von der Tela subserosa und dem Perimetrium umgeben wird.

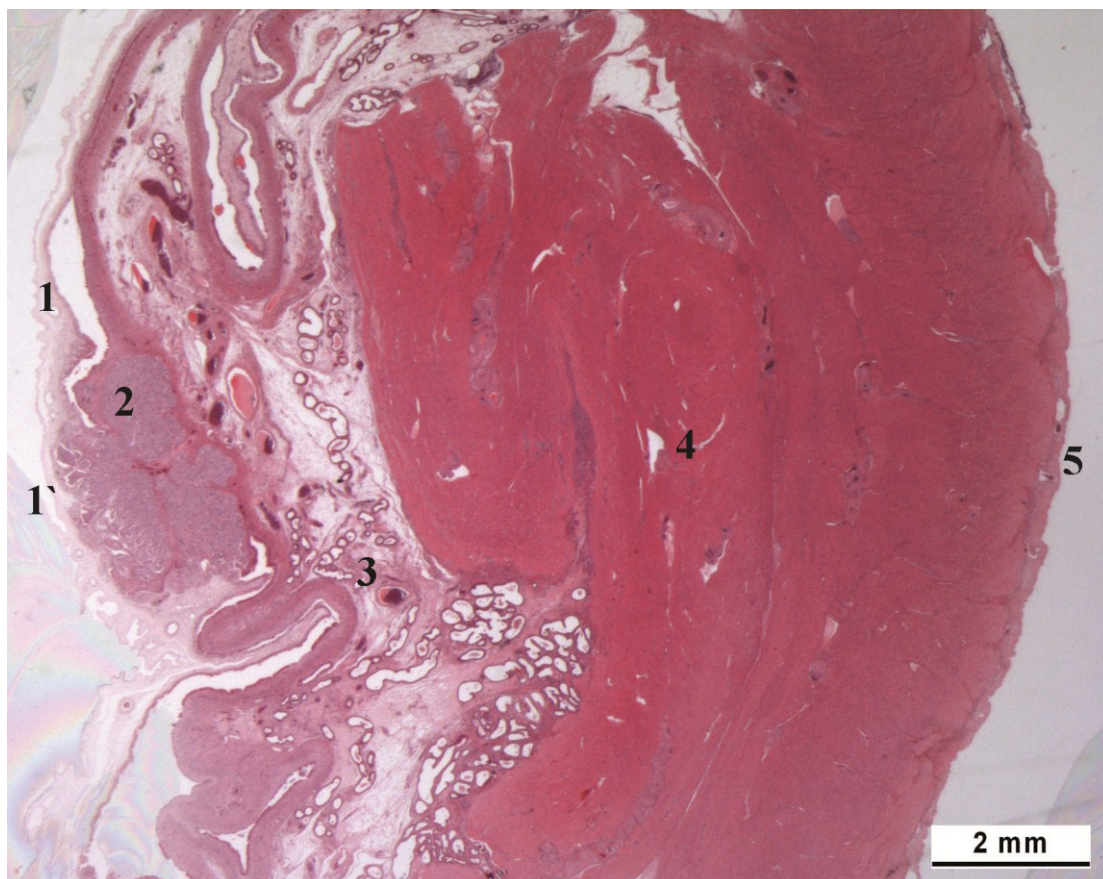


Abb. 19 Histologisches Schnittbild durch den Randbereich von Plazentom und Uteruswand (© Prof. Boos) im 5. Monat der Gravidität. 1 und 1': Allantochorion; 1: Chorion laeve; 1': Chorion frondosum; 2: Plazentalabyrinth eines Plazentoms; 3: Endometrium; 4: Myometrium; 5: Tela subserosa und Perimetrium.

Die Abb. 20 zeigt den histologischen Querschnitt eines Plazentoms im Randbereich im 9. Monat der Gravidität. Die auf dem Chorion gebildeten Zottenbüschel, die sogenannten Kotyledonen, vereinigen sich mit den endometrialen Karunkeln zu Plazentomen und mit fortschreitender Gravidität entwickelt sich das Bild eines stark zerklüfteten Plazentalabyrinths. Dabei liegt das Chorionepithel dem Uterusepithel eng an und über die Verzahnung der Zotten kommt es zu einer Vergrößerung der Oberfläche und damit der Stoffwechsel-Austauschfläche. Die Epithelzellen des Chorions als auch des Uterus sind mit einem dichten Mikrovillibesatz ausgestattet, was zusätzlich zu einer starken Vergrößerung der fetomaternalen Kontaktfläche führt. In den endometrialen Karunkeln verläuft eine Vielzahl maternaler Blutgefäße. In der Tiefe sind die Karunkeln ebenfalls stark vaskularisiert.



Abb. 20 Histologischer Querschnitt durch ein Plazentom im Randbereich im 9. Monat der Gravidität (© Prof. Boos). 1: Chorion frondosum; 2: Plazentalabyrinth; 3: endometriale Karunkel, Karunkelstiel.

6.2 Sonographische Verlaufsuntersuchungen an graviden Kühen (Teil 2)

6.2.1 Zu den untersuchten Tieren und den Untersuchungen

Es wurden in der Studie 24 Kühe über den Zeitraum einer Trächtigkeit untersucht. Das Alter der Kühe lag im Mittel bei 8.1 ± 3.7 Jahren, während der Median bei 8.5 Jahren festzumachen war. Die Kälber der untersuchten Kühe kamen nach einer durchschnittlichen Gestationsdauer von 41.4 ± 1 Trächtigkeitswochen ($\bar{x} \pm s$) ohne Geburtskomplikationen und ohne oder nur mit leichter Geburtshilfe zur Welt. Alle neugeborenen Kälber waren vital und zeigten keine Anzeichen einer Missbildung. Zwei Kühe entwickelten post partum eine Hypokalzämie und wurden ein- bzw. zweimalig mit Kalziuminfusionen behandelt. Bei allen 24 Kühen ging die Nachgeburt innerhalb der physiologischen Dauer des Nachgeburtsstadiums ab. Die Untersuchungen dieser Studie dauerten jeweils zwischen 5 und 25 Minuten. Untersuchungen während des 6. bis 8. Monats nahmen, bedingt durch die Anzahl der gemessenen Strukturen und das Absinken des Uterus in die Bauchhöhle, die längste Zeit in Anspruch. Von den insgesamt 459 durchgeführten Untersuchungen war bei 21 Untersuchungen der Uterus transrektal sonographisch nicht darstellbar. Dies trat insbesondere in der 23. bis 40. Trächtigkeitswoche bei 14 Kühen auf. Das Alter dieser 14 Kühe lag im Mittelwert bei 9.7 ± 3.1 Jahren.

6.2.2 Sonographisches Erscheinungsbild der Plazenta bei Kühen

Mit Beginn der 6. Woche der Gravidität waren sonographisch in unmittelbarer Nähe des Embryos Plazentome in Form von einzelnen, flachen oder knöpfungsförmigen Erhebungen von der Uteruswand sichtbar. Sie waren zwischen 0.3 bis 0.5 cm hoch und 0.6 bis 0.8 cm breit und von einem hauchdünnen, echogenen Randsaum umgeben. Das Innere der Plazentome zeigte unterschiedlich strukturierte Grautöne; der Karunkelstiel war zu diesem frühen Zeitpunkt der Gravidität sonographisch noch nicht erkennbar (Abb. 21 und 22).

Das Endometrium hob sich als feine, hyperechogene Linie vom hell- bis dunkelgrau darstellbaren Myometrium ab. Das Myometrium wies eine körnige Struktur mit verschiedenen Grautönen auf.

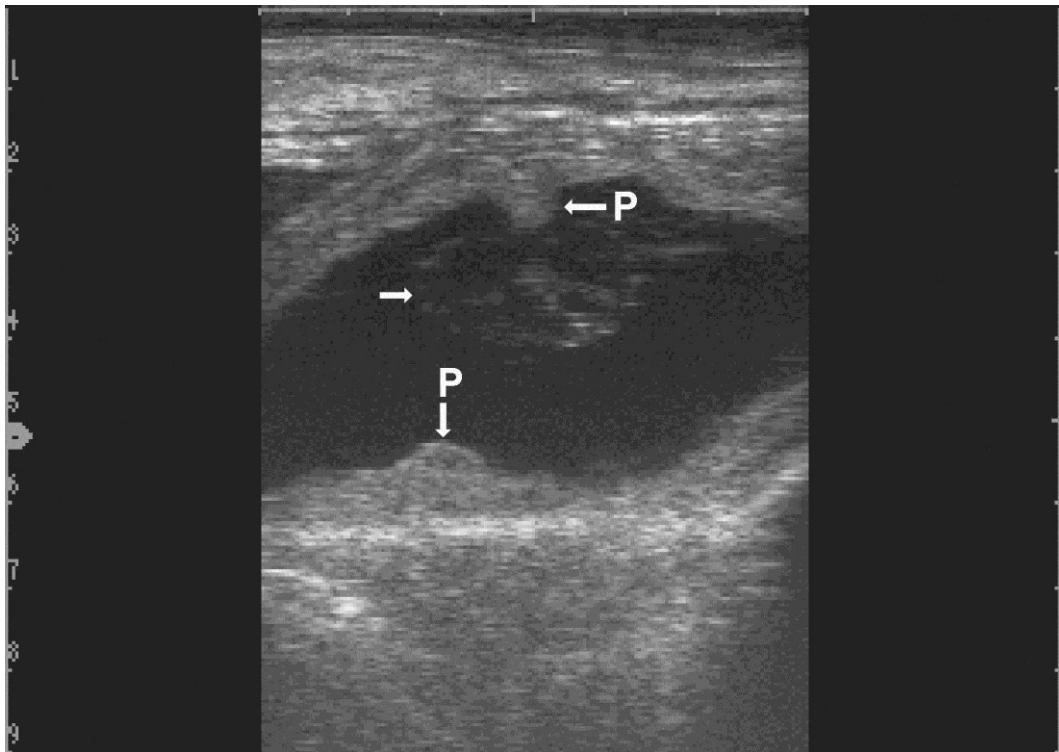


Abb. 21 Fruchtblase mit Embryo und Amnion (Pfeil) in der 6. Woche der Gravidität. Dorsal und ventral des Embryos befindet sich je ein Plazentom (P). Das ventral gelegene Plazentom ist flach und langgestreckt und von einem hyperechogenen Randsaum umgeben; das dorsal gelegene Plazentom wölbt sich knopf- bis kugelförmig in das Lumen vor.

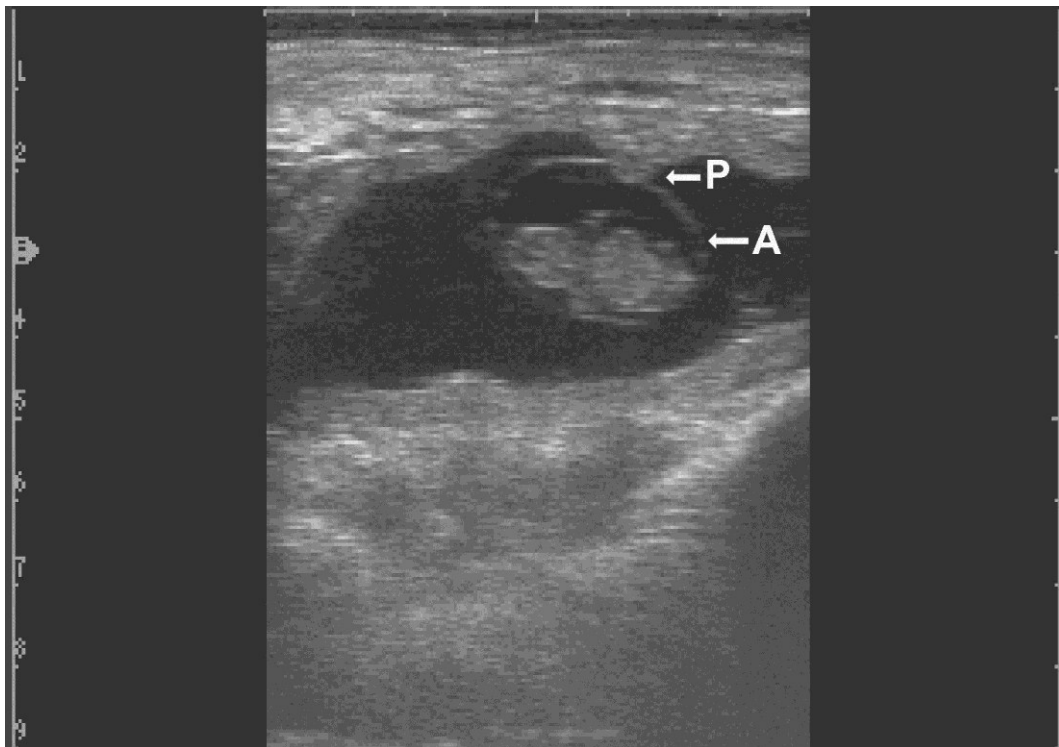


Abb. 22 Sonographisches Bild eines Embryos mit umliegendem Amnion (A) und einem dorsal des Embryos gelegenen Plazentom (P) in der 6. Woche der Gravidität. Das Plazentom wölbt sich kugelförmig in das Uteruslumen vor.

In den ersten Wochen der Frühgravidität konnten von der Uteruswand samt anhaftendem Allantochorion ausgehende Falten, die weit in das Uteruslumen hineinragten, sonographisch dargestellt und eindeutig von den flachen oder kugelförmigen Plazentomen unterschieden werden. Die Falten hoben sich nahezu senkrecht von der Uteruswand mit anhaftendem Allantochorion ab und ragten kammartig, ein bis zwei Zentimeter hoch in das Uteruslumen hinein (Abb. 23). Die Falten der Uteruswand konnten erstmals in der 5. Woche der Gravidität sonographisch dargestellt werden und waren zwischen der 6. und 11. Gestationswoche besonders deutlich ausgeprägt.

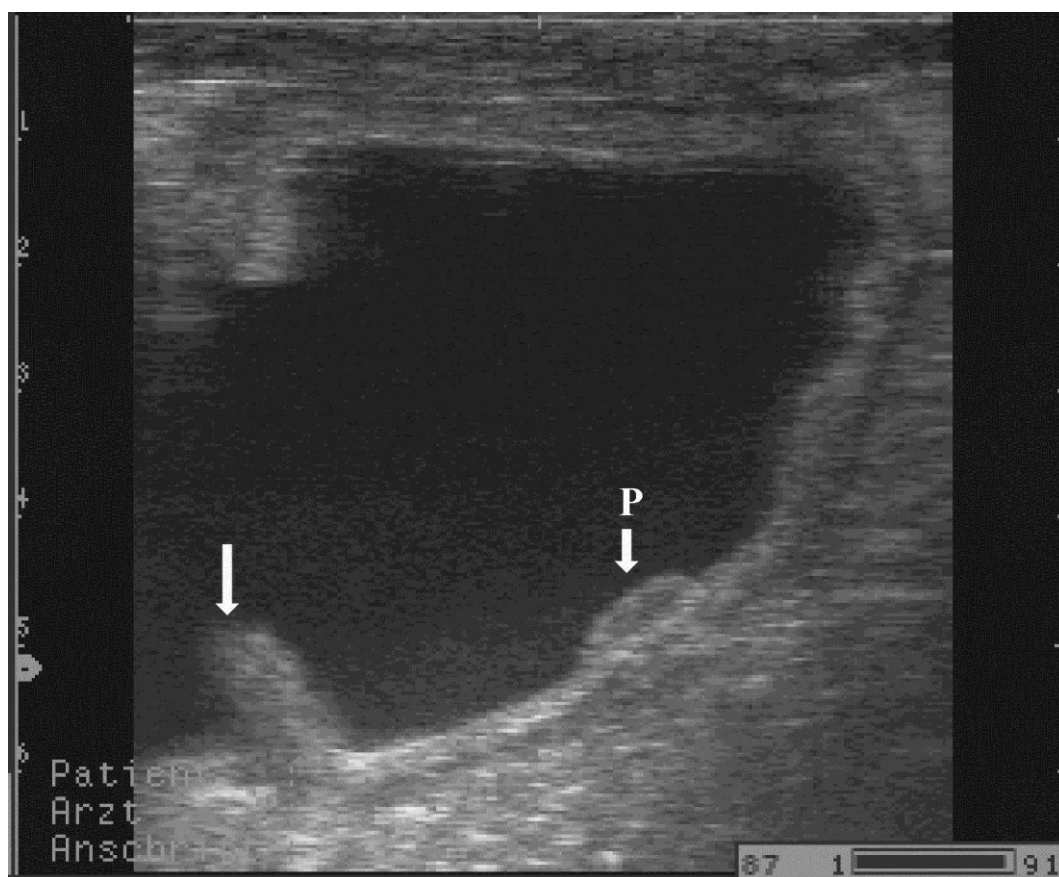


Abb. 23 Sonographisches Bild eines graviden Uterus mit einer Falte (Pfeil) der Uteruswand und einem Plazentom (P) in der 8. Woche der Gravidität.

Die zahlreichen, hochaufragenden Falten der Uteruswand mit anliegendem Allantochorion engten den Fruchtblasendurchmesser stark ein und unterbrachen den Gesamtverlauf der Fruchtblase. Bei den sonographischen Aufnahmen entstand das Bild einer unterteilten Fruchtblase. Die in regelmässigen Abständen angeordneten Falten führten demnach zu einer nischenartigen Kammerung des Uterushorns. Dieses Bild war selbst in der 11. Woche der Gravidität noch deutlich ausgeprägt (Abb. 24). Mit Fortschreiten der Trächtigkeit war das sonographische Bild des in zahlreiche Kammern unterteilten Uterushorns immer seltener anzutreffen und war ab der 14. Woche der Gravidität nicht mehr darstellbar.

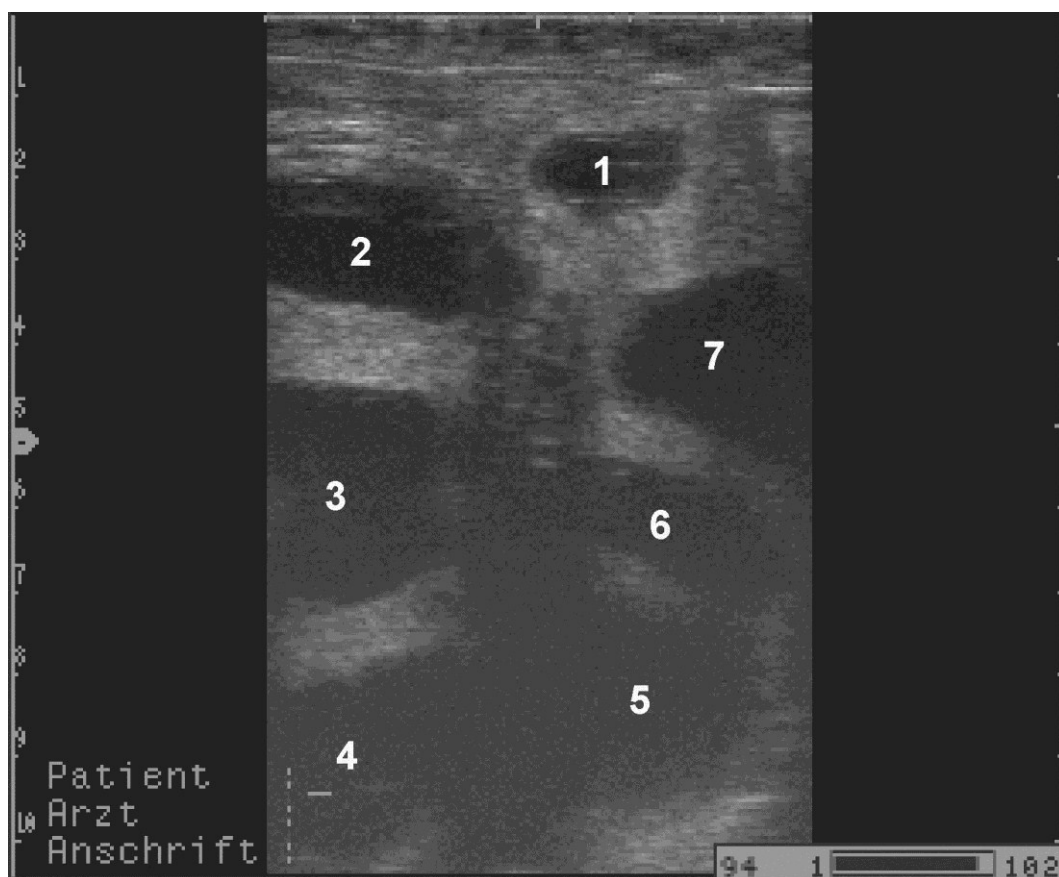


Abb. 24 Sagittalschnitt durch ein gravidies Uterushorn in der 11. Woche der Gravidität. Die echolose Fruchtblase scheint durch Falten der Uteruswand in 7 (1-7) Abschnitte unterteilt.

In der 8. Woche der Gravidität wurden erstmals Plazentome sowohl im Bereich des Corpus uteri als auch in der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns sonographisch sichtbar. Im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns traten Plazentome in der 9. Trächtigkeitswoche auf. Im Vergleich zum fruchttragenden Uterushorn setzte die Plazentombildung im nicht-fruchttragenden Uterushorn mit einer zeitlichen Verzögerung von ein bis drei Wochen ein. Neben flachen, bogenförmigen Plazentomen waren gleichzeitig halbkreisförmige bis kugelrunde Plazentome von unterschiedlicher Grösse sonographisch darstellbar. Der hyperechogene Randsaum der Plazentome war nun deutlicher erkennbar als in der 6. Woche der Gravidität. Ende der 7. und Anfang der 8. Trächtigkeitswoche waren bei vereinzelt Plazentomen erstmals der Karunkelstiel andeutungsweise erkennbar (Abb. 25).

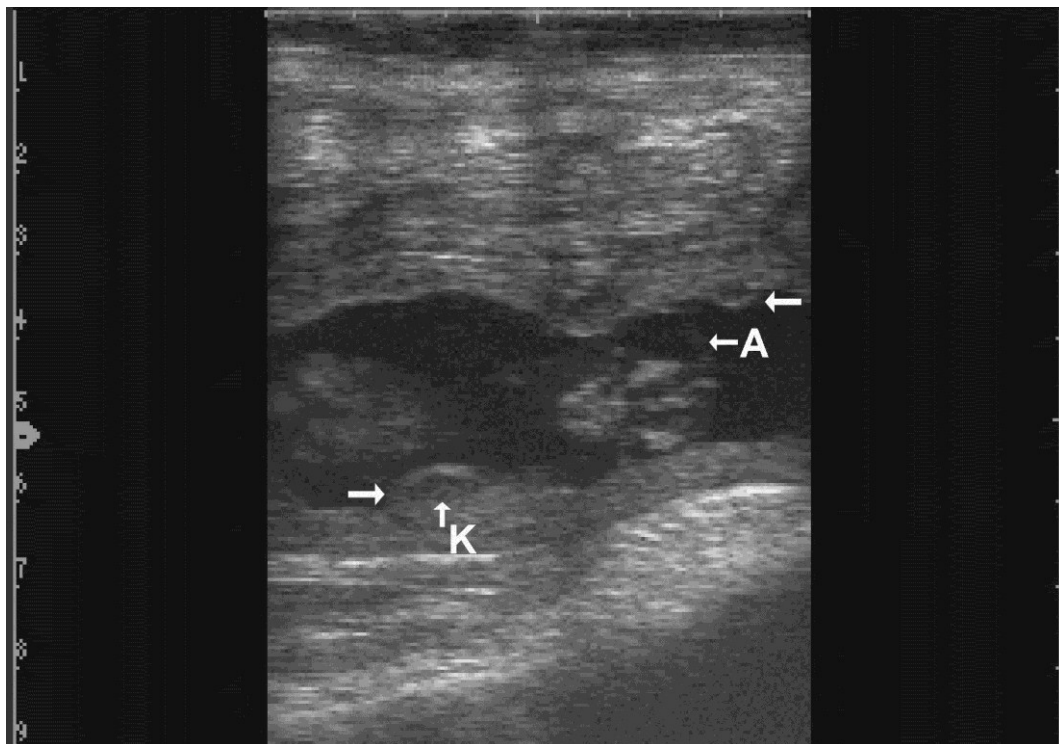


Abb. 25 Sonographisches Bild eines Embryos mit umliegendem Amnion (A) und zwei Plazentomen (Pfeile) in der 8. Woche der Gravidität. Beim ventral des Embryos gelegenen Plazentom kann der Karunkelstiel (K) andeutungsweise erkannt werden.

In der 9. Woche der Gravidität war bei den meisten sonographisch darstellbaren Plazentomen der Karunkelstiel gut erkennbar. Er hob sich vom Inneren des Plazentoms als eine hyperechogene, halbkreisförmige Struktur ab (Abb. 26). Die Plazentome nahmen im Laufe der Gravidität eine zunehmend kugelförmige bis ovale Form an und der sie umgebende dünne, hyperechogene Randsaum war ausgeprägt.

Das Endometrium hob sich deutlich vom Myometrium als eine feine, weisse Linie ab. Das Myometrium zeigte sich unverändert mit seinen körnigen, unterschiedlich strukturierten Grautönen.

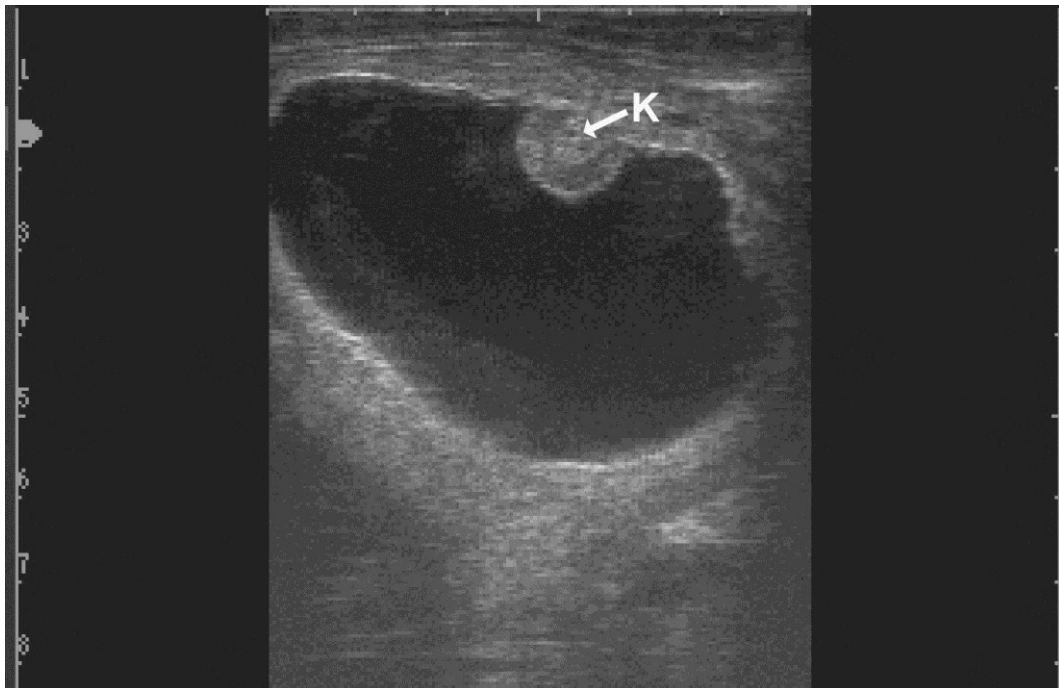


Abb. 26 Abbildung eines Plazentoms mit zentral gelegenem, hyperechogenen Karunkelstiel (K) in der 9. Woche der Gravidität.

Mit fortschreitender Gravidität nahmen die Plazentome in der Länge und Breite zu und ihre Gestalt war grösstenteils kugelförmig bis oval. Der hyperechogene Randsaum der Plazentome war deutlich erkennbar und schien geringfügig an Dicke zuzunehmen. Der in der Frühgravidität hyperechogene Karunkelstiel veränderte im Laufe der Trächtigkeit seine Echogenität und Form. Seine in der Frühgravidität halbkreisförmige Struktur wechselte langsam zu einer baumartigen Form. Der Karunkelstiel grenzte sich vom umliegenden Plazentomgewebe durch eine feine, hyperechogene Linie ab, das Innere des Karunkelstiels wurde zunehmend hypoechogen (Abb. 27).

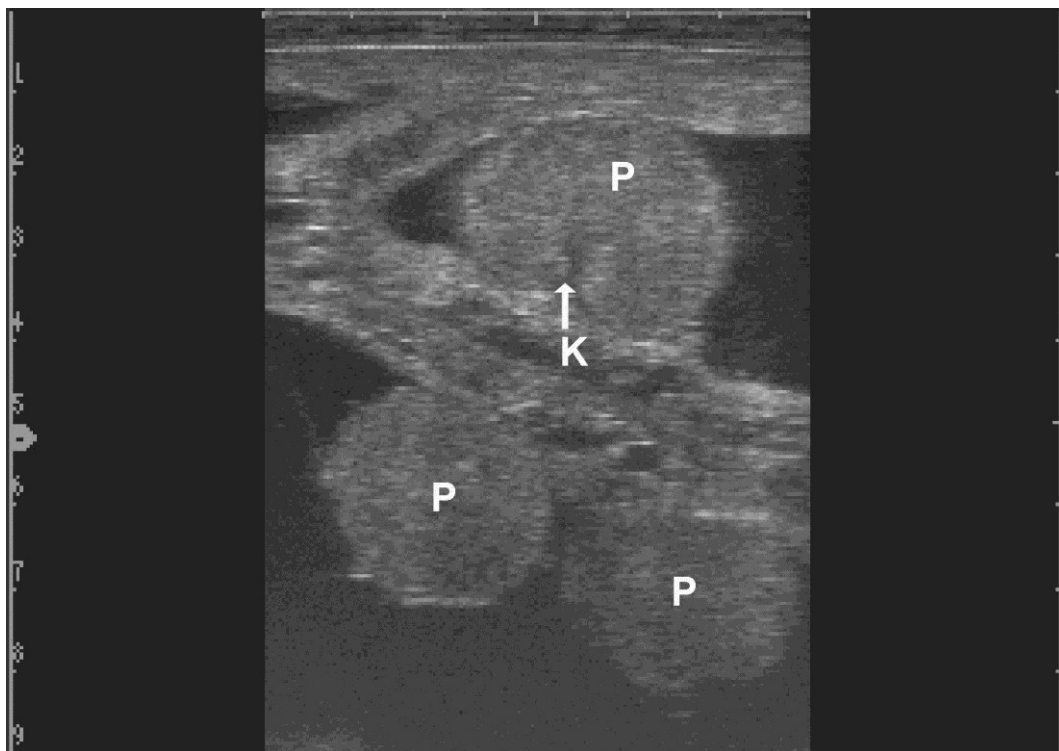


Abb. 27 Gravidier Uterus mit drei Plazentomen (P) lokalisiert im Bereich des Corpus uteri in der 21. Woche der Gravidität. Beim dorsal gelegenen Plazentom befindet sich im Innern der hypoechogene Karunkelstiel (K).

In der Späträchtigkeit wiesen die meisten Plazentome eine eher ovale als runde bis kugelförmige Form auf und waren von einem ausgeprägt echointensiven Randsaum umgeben. Der Karunkelstiel hob sich deutlich vom Innern des Plazentoms als eine anechogene bis hypoechogene baumartige Struktur ab. Das Plazentomgewebe ist von mittelgradiger Echogenität (Abb. 28).



Abb. 28 Gravider Uterus mit einem Plazentom im Zervixbereich des fruchttragenden Uterushorns in der 36. Woche der Gravidität. Im Zentrum des Plazentoms liegt der anechogene Karunkelstiel (K).

6.2.3 Ergebnisse der Messungen

6.2.3.1 Messung der Uteruswanddicke mit anliegendem Allantochorion (Chorion laeve) im interkarunkulären Bereich (CTUP)

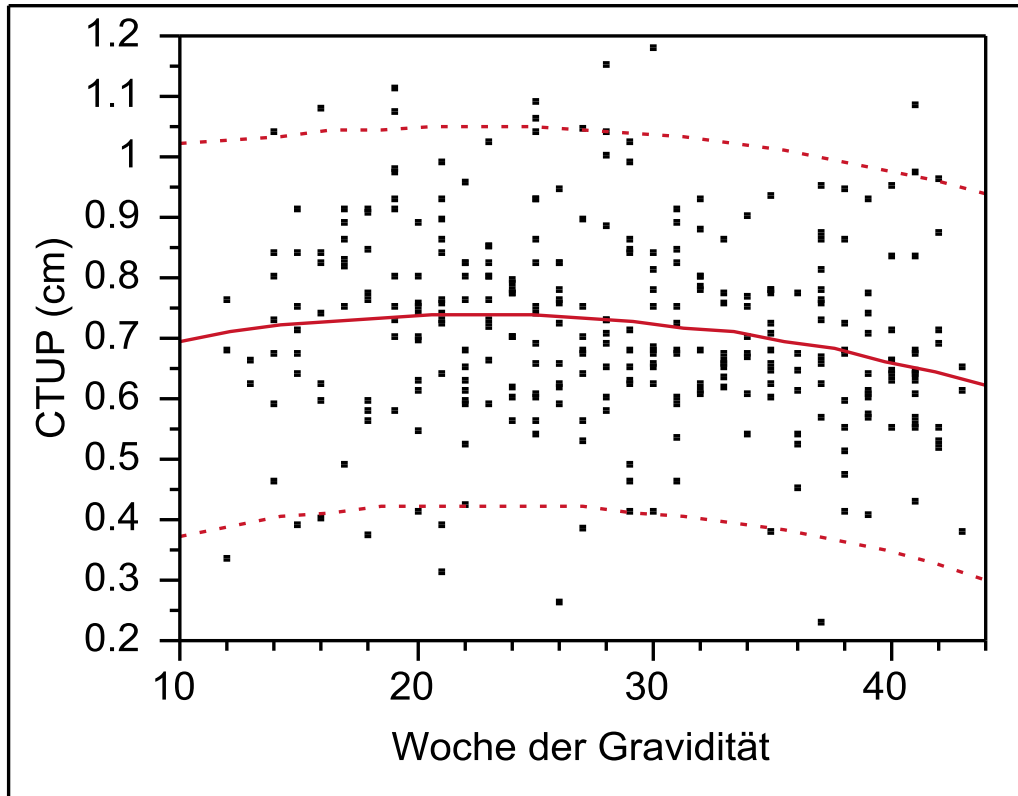


Abb. 29 Durchschnittliche Uteruswanddicke mit anliegendem Chorion laeve im interkarunkulären Bereich (CTUP) in cm zwischen der 12. und der 43. Trächtigungswoche.

$$Y_{(w12-w43)} = 0.8099481 - 0.002831 x - 0.0002571(x - 28.2102)^2$$

$r = 0.179$
 $n = 314$

Die Uteruswanddicke samt anhaftendem Allantochorion (Chorion laeve) im interkarunkulären Bereich (CTUP = Combined Thickness of Uterus and Placenta) wurde erstmals in der 12. und letztmalig in der 43. Trächtigungswoche gemessen. Die minimale durchschnittliche CTUP betrug in der 12. Woche der Gravidität 0.34 cm und die maximale durchschnittliche CTUP 0.76 cm. In der 43. Trächtigungswoche lagen die minimale CTUP bei 0.4 cm und die maximale CTUP bei 0.66 cm. Zwischen der 12. und der 43. Woche der Gravidität konnte keine Zunahme der CTUP festgestellt werden (Abb. 29). Während des untersuchten Zeitraumes betrug die mittlere CTUP aller durchgeführten Messungen 0.71 ± 0.18 cm. Eine Korrelation zur Trächtigungswoche lag somit nicht vor ($r = 0.179$; $P = 0.06$).

6.2.3.2 Vermessung des Endometriums mit anliegendem Allantochorion

6.2.3.2.1 Endometrium mit anliegendem Allantochorion des graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

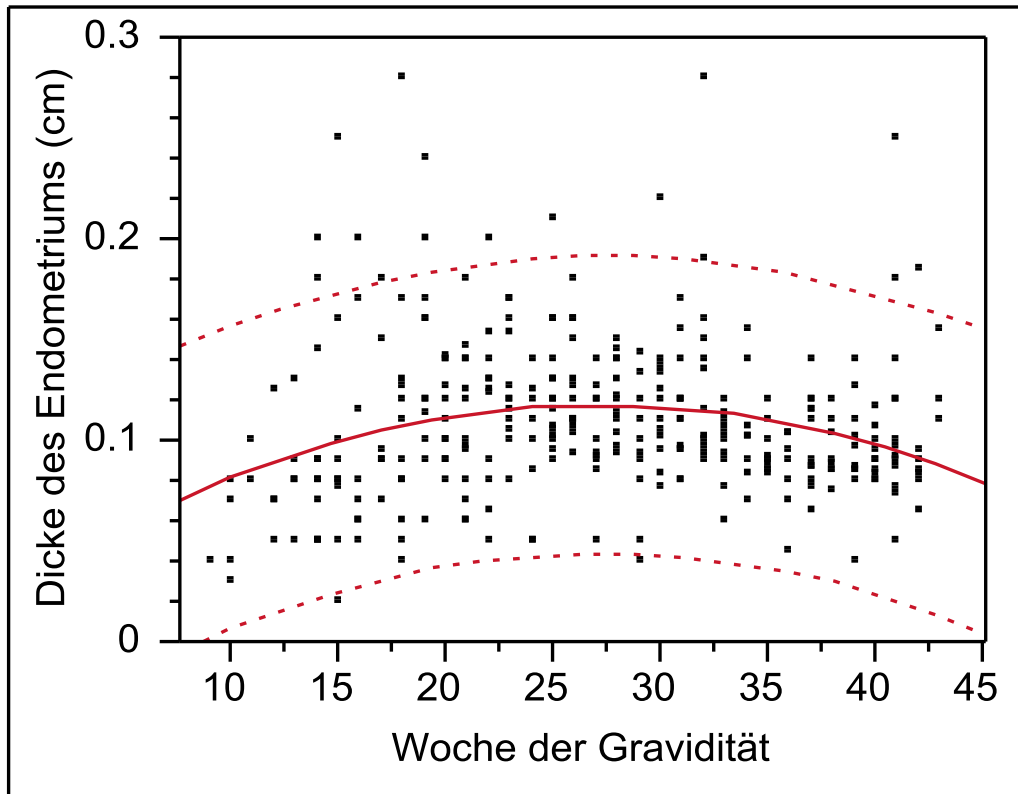


Abb. 30 Durchschnittliche Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion in cm im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w43)} = 0.116101 + 0.00005037 x - 0.0001215 (x - 27.1272)^2$$

$$r = 0.239$$

$$n = 337$$

Die Vermessung des Endometriums mit anhaftendem Allantochorion im zervixnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns war in der Frühträchtigkeit und über die gesamte Gravidität bis zum Ende der Trächtigkeit regelmässig möglich. In der 9. Woche der Gravidität hatte das Endometrium eine Dicke von durchschnittlich 0.04 cm und in der 43. Woche der Gravidität lagen die Messwerte im Mittel bei 0.14 cm. Über den Zeitraum der gesamten Trächtigkeit befanden sich die ausgemessenen Werte grösstenteils zwischen 0.02 cm und 0.2 cm, wobei grössere Abweichungen der Messergebnisse an einzelnen Tagen bestanden (Abb. 30). Eine Korrelation zum Gestationsalter war nicht vorhanden ($r = 0.239$; $P = 0.83$). Die

mittlere Dicke des Endometriums aller Messungen betrug 0.11 ± 0.04 cm während des untersuchten Zeitraumes.

6.2.3.2.2 Endometrium mit anliegendem Allantochorion des nicht-graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

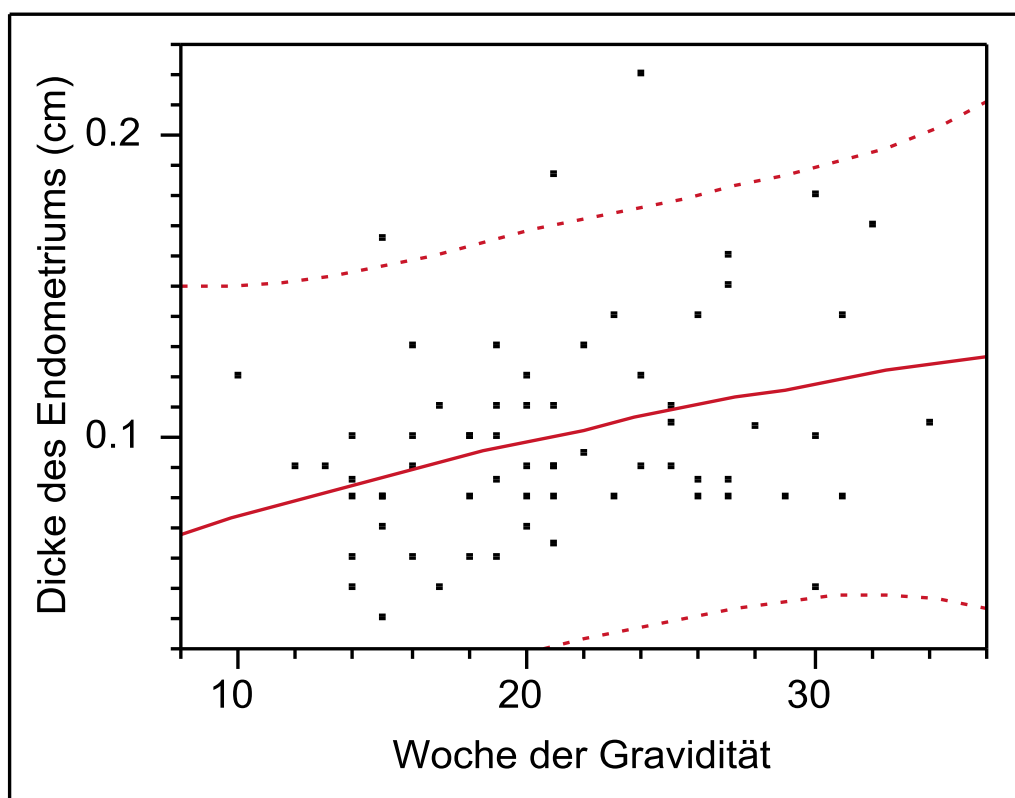


Abb. 31 Durchschnittliche Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion in cm im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 10. und 34. Woche der Gravidität.

$$y_{(w10-w34)} = 0.055178 + 0.0021618 x - 0.000027657 (x - 20.9559)^2$$

$$r = 0.329$$

$$n = 68$$

Im nicht-fruchttragenden Uterushorn war die Vermessung des Endometriums im Bereich der Zervix uteri zwischen der 10. und 34. Trächtigkeitswoche nicht regelmässig möglich. Mit zunehmender Graviditätsdauer gestaltete sich das Auffinden des nicht-graviden Uterushorns als schwierig, weil das grössere fruchttragende Uterushorn das wesentlich kleinere, nicht-fruchttragende Uterushorn nach ventral verdrängte. Zudem erschwerte die begrenzte Eindringtiefe der Ultraschallsonde das Auffinden des nicht-graviden Uterushorns. Der Mittelwert aller Messungen der endometrialen Dicke belief sich im untersuchten Zeitraum auf 0.10 ± 0.04 cm

(Abb. 31). Eine Korrelation zum Trächtigkeitsstadium war nicht vorhanden ($r = 0.329$; $P = 0.82$).

6.2.3.2.3 Endometrium mit anliegendem Allantochorion des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

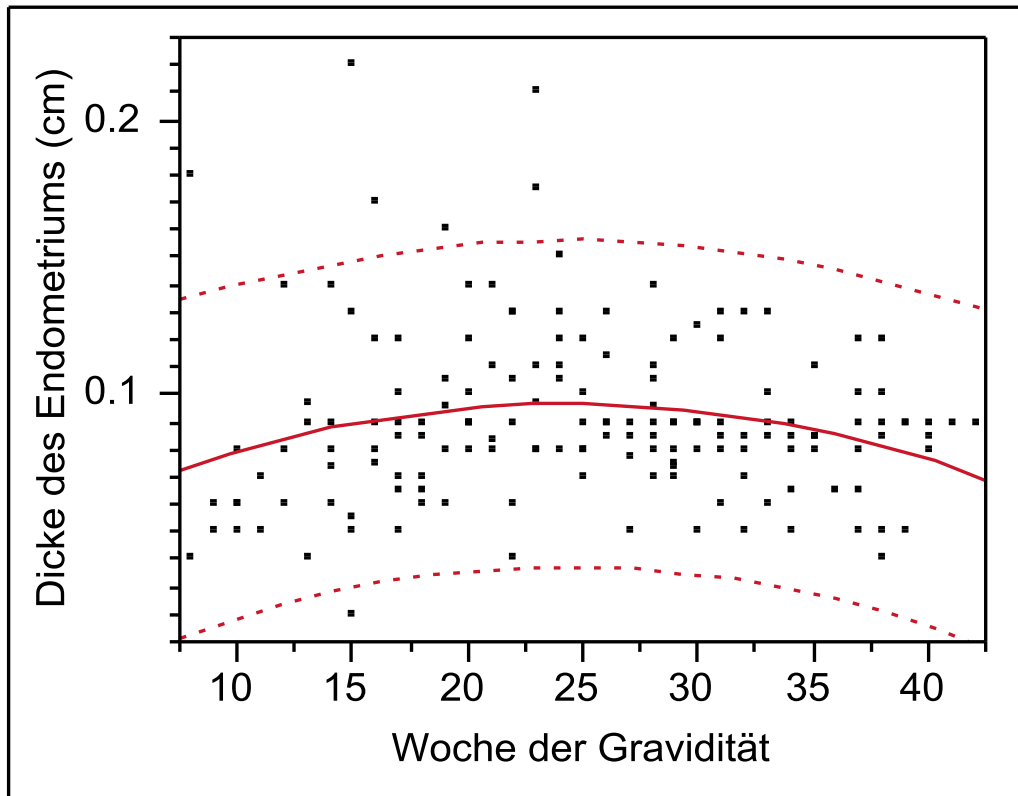


Abb. 32 Durchschnittliche Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion in cm im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 42. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w42)} = 0.1004023 - 0.0001537 x - 0.000083657 (x - 25.3174)^2$$

$$r = 0.213$$

$$n = 187$$

Der Mittelwert der Dicke des Endometriums im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns lag bei 0.09 ± 0.04 cm während des untersuchten Zeitraumes. Das Endometrium im Bereich des Corpus uteri konnte über den gesamten Verlauf der Trächtigkeit gemessen werden, wobei eine deutliche Streuung an einzelnen Tagen bestand (Abb. 32). Eine Korrelation zum Stadium der Trächtigkeit war nicht vorhanden ($r = 0.213$; $P = 0.57$).

6.2.3.2.4 Endometrium mit anliegendem Allantochorion des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

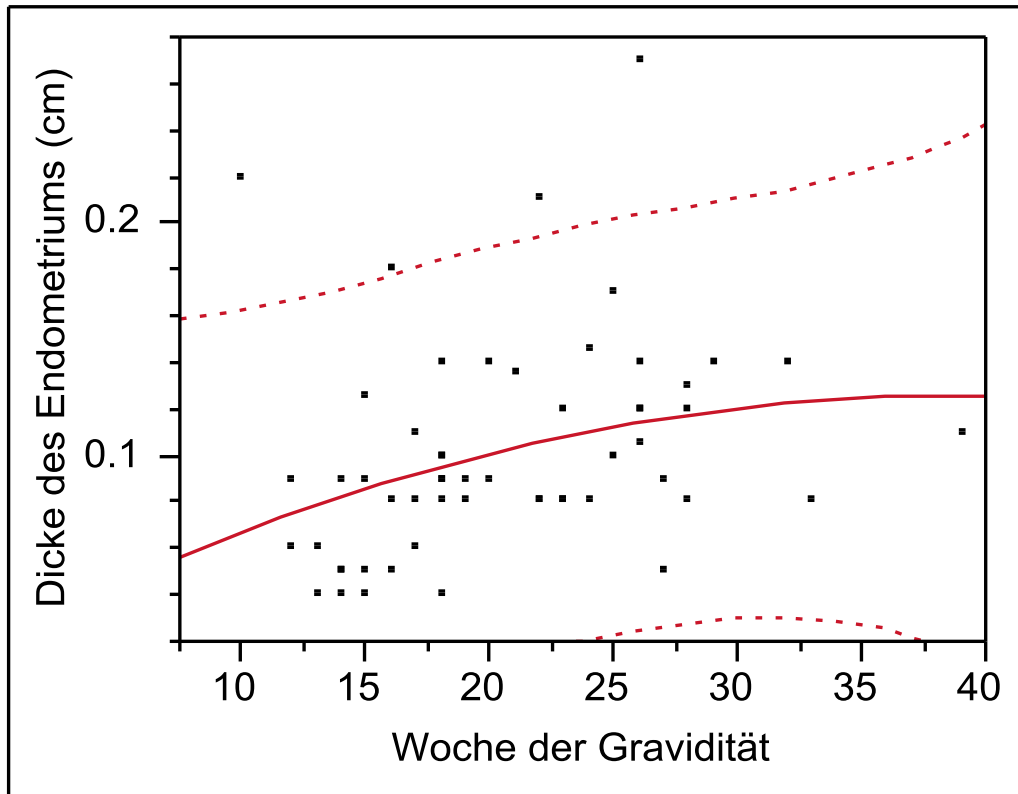


Abb. 33 Durchschnittliche Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion in cm im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 10. und 39. Woche der Gravidität.

$$y_{(w10-w39)} = 0.0489545 + 0.0025898 x - 0.000070449 (x - 20.3934)^2$$

 $r = 0.312$
 $n = 61$

Die Vermessung des Endometriums im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns war über den Verlauf der Trächtigkeit unregelmässig möglich. Unter den Messergebnissen an den einzelnen Untersuchungstagen bestanden zum Teil erhebliche Abweichungen. Die Dicke des Endometriums lag abgesehen von vier Ausnahmen zwischen 0.04 und 0.16 cm im Untersuchungszeitraum von der 10. bis 39. Graviditätswoche (Abb. 33). Die durchschnittliche Dicke des Endometriums aller Messungen im untersuchten Zeitraum belief sich auf 0.10 ± 0.05 cm. Eine Korrelation zum Gestationsalter lag nicht vor ($r = 0.312$, $P = 0.56$).

6.2.3.2.5 Endometrium mit anliegendem Allantochorion des graviden Uterushorns

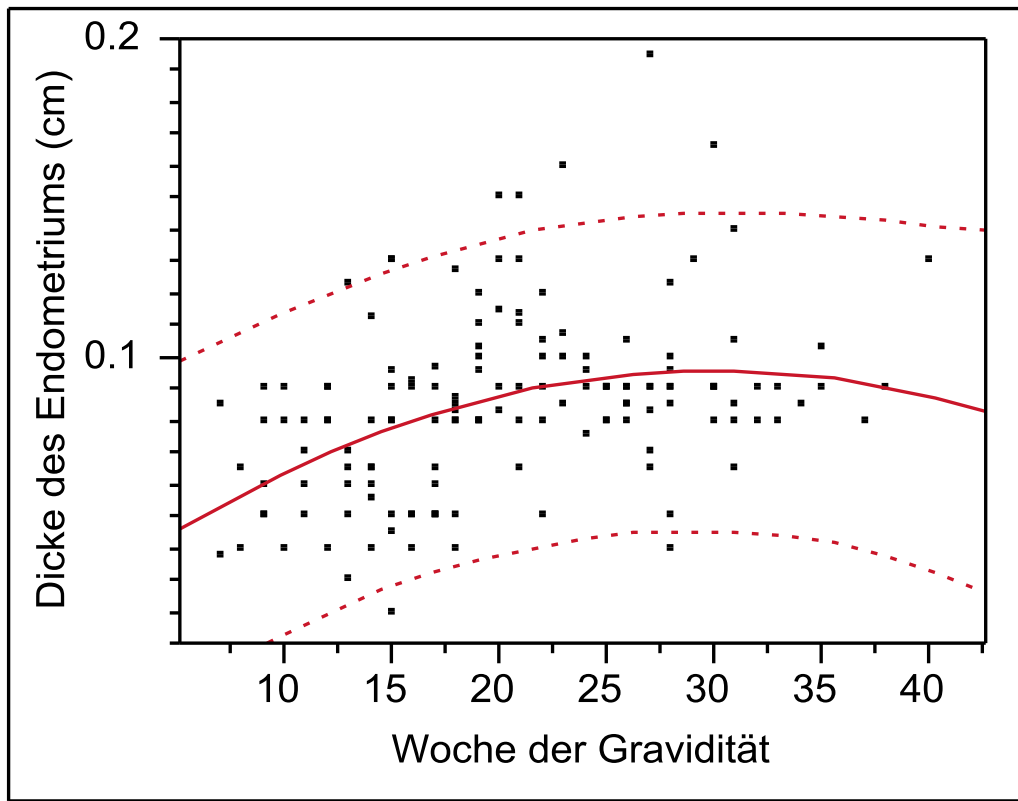


Abb. 34 Durchschnittliche Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion in cm des graviden Uterushorns zwischen der 7. und 40. Woche der Gravidität.
 $y_{(w7-w40)} = 0.0574526 + 0.0015029 x - 0.000080566 (x - 20.6306)^2$
 $r = 0.413$
 $n = 158$

Im fruchttragenden Uterushorn war die Vermessung des Endometriums mit anliegendem Allantochorion über die gesamte Trächtigkeit regelmässig möglich. Die mittlere Dicke des Endometriums aller Messungen im untersuchten Zeitraum lag bei 0.08 ± 0.03 cm. Ein leichter Anstieg der Dicke des Endometriums zwischen der 7. und der 28. Graviditätswoche mit anschliessender Plateaubildung war zu beobachten. In der 7. Woche der Gravidität betrug die minimale Dicke des Endometriums 0.04 cm und die maximale Dicke 0.085 cm, der Mittelwert lag bei 0.063 cm. Die Dicke des Endometriums lag in der 28. Woche der Gravidität abgesehen von drei Ausnahmen im Bereich von 0.08 und 0.1 cm, der Mittelwert betrug 0.084 cm (Abb. 34). Eine sehr enge Korrelation zur Woche der Gravidität bestand nicht ($r = 0.413$; $P = 0.014$).

6.2.3.2.6 Endometrium mit anliegendem Allantochorion des nicht-graviden Uterushorns

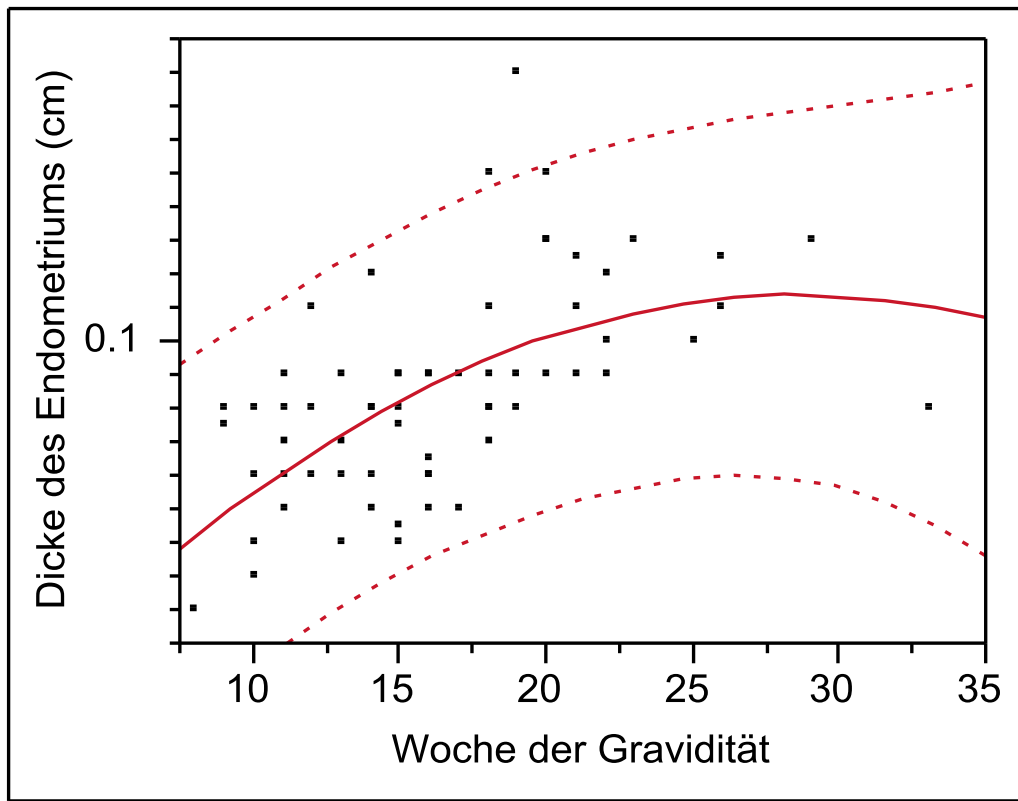


Abb. 35 Durchschnittliche Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion in cm des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 8. und 33. Woche der Gravidität.

$$Y_{(w8-w33)} = 0.0200297 + 0.0041568 x - 0.0001697 (x - 16.3788)^2$$

$$r = 0.592$$

$$n = 66$$

Die Vermessung des Endometriums im nicht-fruchttragenden Uterushorn war unregelmässig zwischen der 8. und der 33. Woche der Gravidität möglich. Zu Beginn der Trächtigkeit war die sonographische Darstellung des Endometriums mit anliegendem Allantochorion häufiger möglich und gelang nach der 22. Graviditätswoche nur noch selten. Die erschwerte Darstellung des Endometriums im nicht-fruchttragenden Uterushorn lag zum einen an der Verlagerung des nicht-graviden Uterushorns nach ventral in die Bauchhöhle. Die Messwerte der Dicke des Endometriums lagen abgesehen von drei Ausnahmen zwischen der 8. und 33. Trächtigkeitswoche im Bereich von 0.02 und 0.13 cm (Abb. 35), wobei die mittlere Dicke des Endometriums aller Messungen im untersuchten Zeitraum 0.08 ± 0.03 cm betrug. Eine sehr enge Korrelation zum Gestationsalter war nicht erkennbar ($r = 0.592$; $P = 0.053$).

6.2.3.2.7 Endometrium mit anliegendem Allantochorion des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

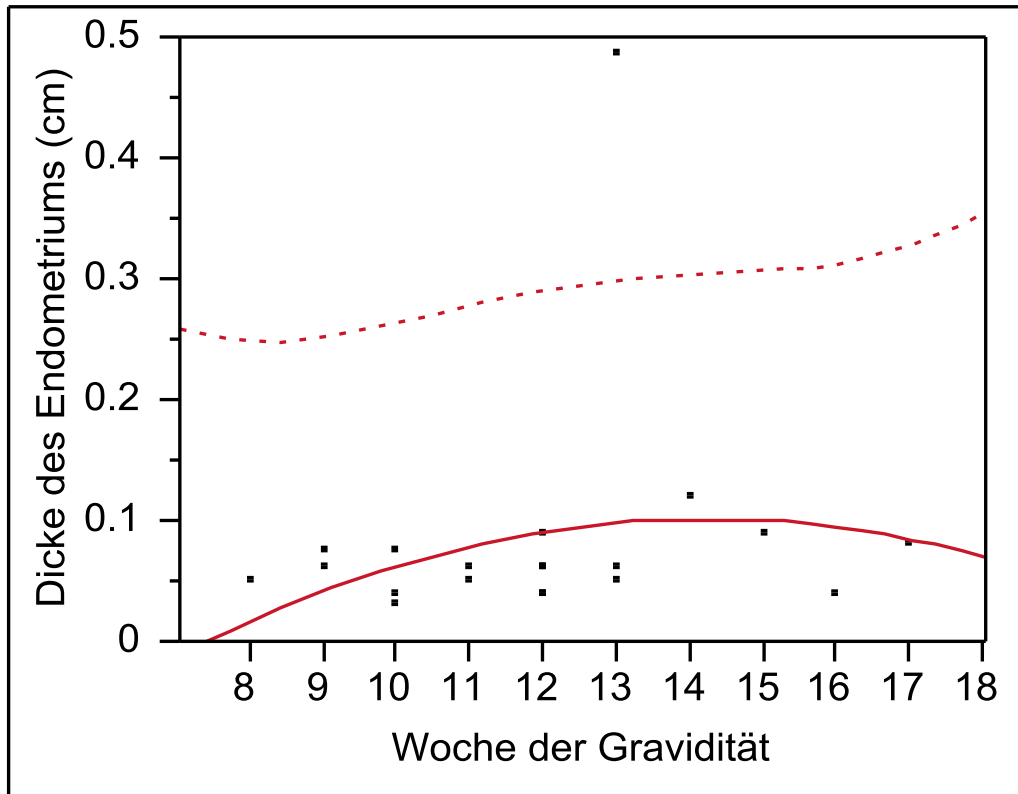


Abb. 36 Durchschnittliche Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion in cm im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 17. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w17)} = -0.034766 + 0.0104324 x - 0.0021713 (x - 11.8261)^2$$

$r = 0.238$
 $n = 20$

Sowohl im fruchttragenden als auch im nicht-fruchttragenden Uterushorn gestaltete sich die sonographische Darstellung des Endometriums mit anliegendem Allantochorion als schwierig und war nur selten möglich. Die Messergebnisse für die durchschnittliche Dicke des Endometriums im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns lagen, abgesehen von einem Ausreisser, zwischen 0.04 und 0.09 cm im Trächtigkeitszeitraum von der 8. bis zur 17. Woche der Gravidität (Abb. 36). Die mittlere Dicke des Endometriums aller Messungen im untersuchten Zeitraum betrug 0.08 ± 0.09 cm. Über die 17. Graviditätswoche hinaus war das Auffinden der Hornspitze sowohl im fruchttragenden als auch im nicht-fruchttragenden Uterushorn aufgrund ihrer ventralen Lage und der weiten Entfernung zur Ultraschallsonde nicht mehr möglich. Eine Korrelation zur Dauer der Trächtigkeit bestand nicht ($r = 0.238$; $P = 0.50$).

6.2.3.2.8 Endometrium mit anliegendem Allantochorion des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

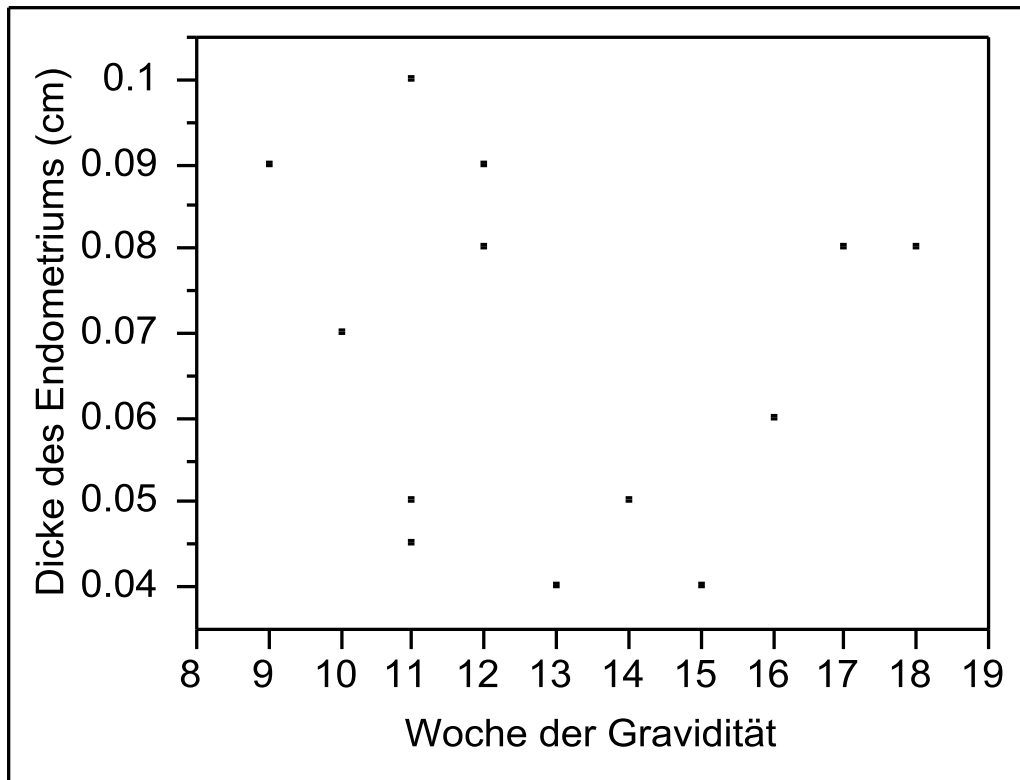


Abb. 37: Durchschnittliche Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion in cm im Bereich der Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 9. und 18. Woche der Gravidität.
n = 14

Die Dicke des Endometriums im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns war gelegentlich von der 9. bis zur 18. Woche der Gravidität messbar und lag zwischen 0.04 und 0.1 cm (Abb. 37). Die mittlere Dicke des Endometriums im untersuchten Zeitraum betrug 0.07 ± 0.02 cm. Auf eine Berechnung der Korrelation bzw. eine Aussage hierüber wurde aufgrund der geringen Anzahl verwertbarer Messergebnisse verzichtet.

6.2.3.3 Vermessung des Myometriums

6.2.3.3.1 Myometrium des graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

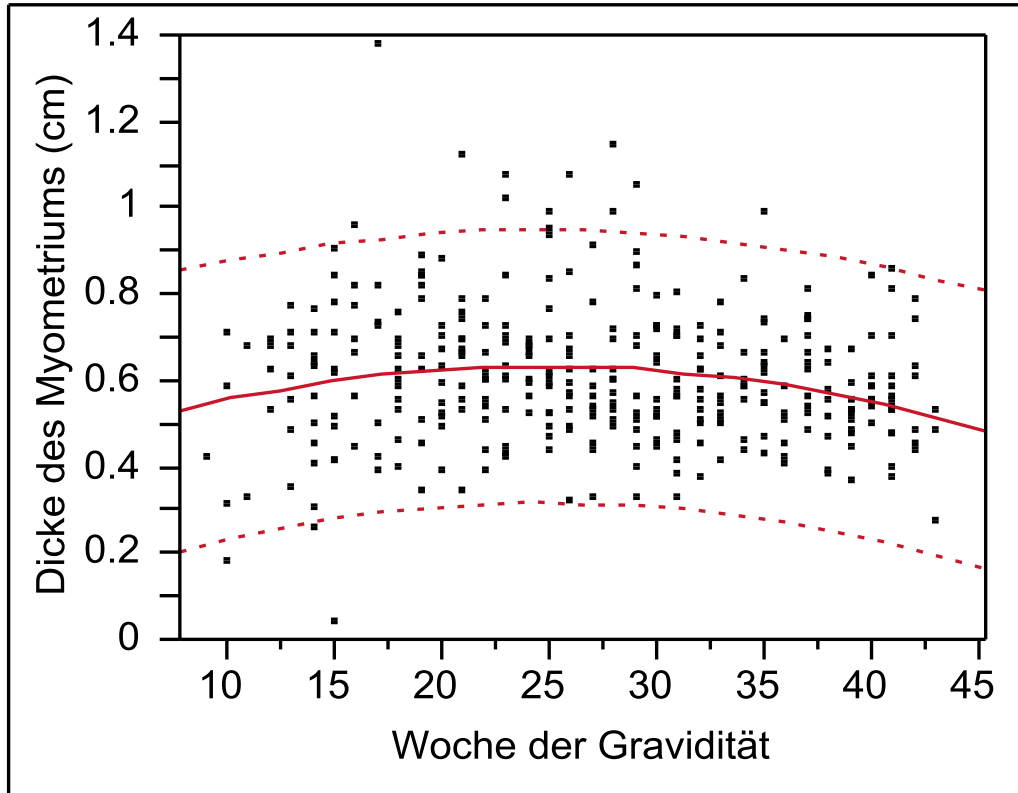


Abb. 38 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.
 $y_{(w9-w43)} = 0.6755053 - 0.0016658 x - 0.0003529 (x - 27.1875)^2$
 $r = 0.185$
 $n = 337$

Die Vermessung des Myometriums im zervixnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns war regelmässig über die gesamte Trächtigkeit hindurch von der 9. bis zur 43. Woche möglich. Das Myometrium zeigte während der ganzen Gravidität keine Veränderung in seiner Dicke. Die mittlere Dicke des Myometriums aller Messungen im untersuchten Zeitraum betrug 0.61 ± 0.17 cm (Abb. 38). Eine Korrelation zur Trächtigkeitswoche bestand nicht ($r = 0.185$; $P = 0.12$). Jedoch hatte das Alter der Kühe einen signifikanten Einfluss auf das Myometrium im Zervixbereich des graviden Uterushorns ($P \leq 0.01$). Bei älteren Kühen war das Myometrium geringfügig schmaler ($y = 0.71 - 0.002 x - 0.007 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.3.2 Myometrium des nicht-graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

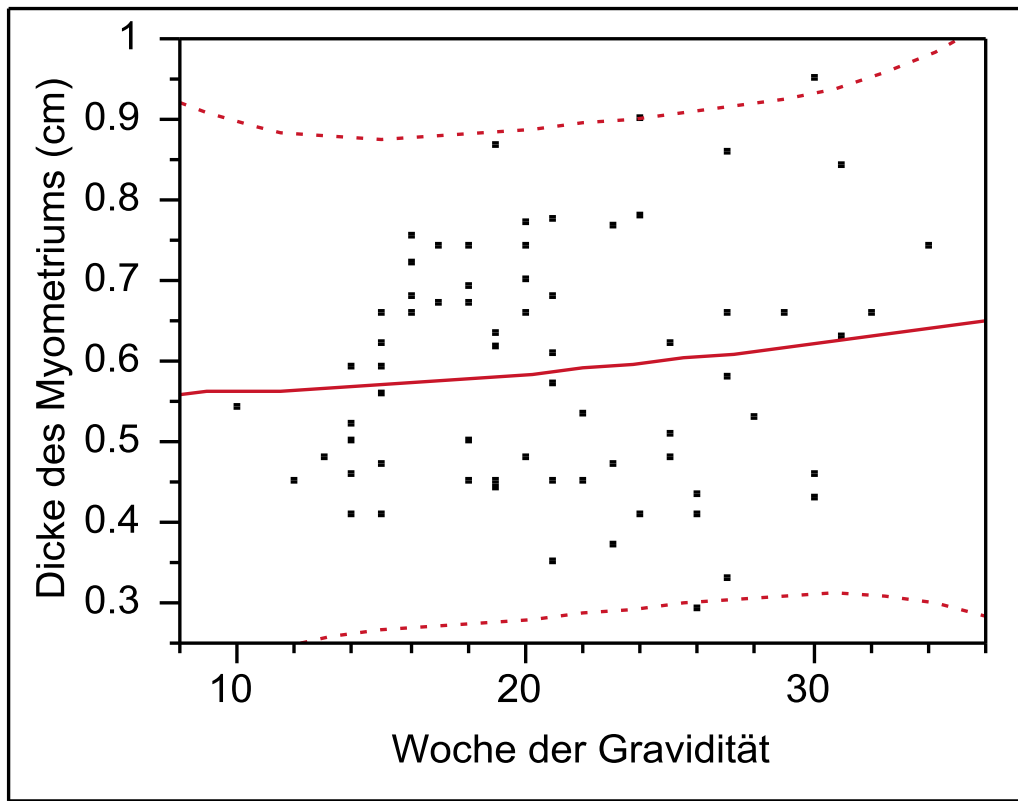


Abb. 39 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 10. und 34. Woche der Gravidität.

$$y_{(w10-w34)} = 0.5218821 + 0.0031078 x + 0.00007764 (x - 20.9559)^2$$

 $r = 0.123$
 $n = 68$

Im nicht-fruchttragenden Uterushorn war die Vermessung des Myometriums im Zervixbereich deutlich seltener möglich als im fruchttragenden Uterushorn und beschränkte sich auf den Zeitraum von der 10. bis zur 34. Woche der Gravidität. Dies lag an der bereits erwähnten Verdrängung des nicht-fruchttragenden Uterushorns nach ventral durch das grosse und platzbeanspruchende fruchttragende Uterushorn. Die Dicke des Myometriums veränderte sich über den Untersuchungszeitraum nicht. Die mittlere Dicke des Myometriums im untersuchten Zeitraum betrug 0.59 ± 0.17 cm (Abb.39). Eine Beziehung zur Trächtigkeitsdauer bestand nicht ($r = 0.123$; $P = 0.89$).

6.2.3.3.3 Myometrium des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

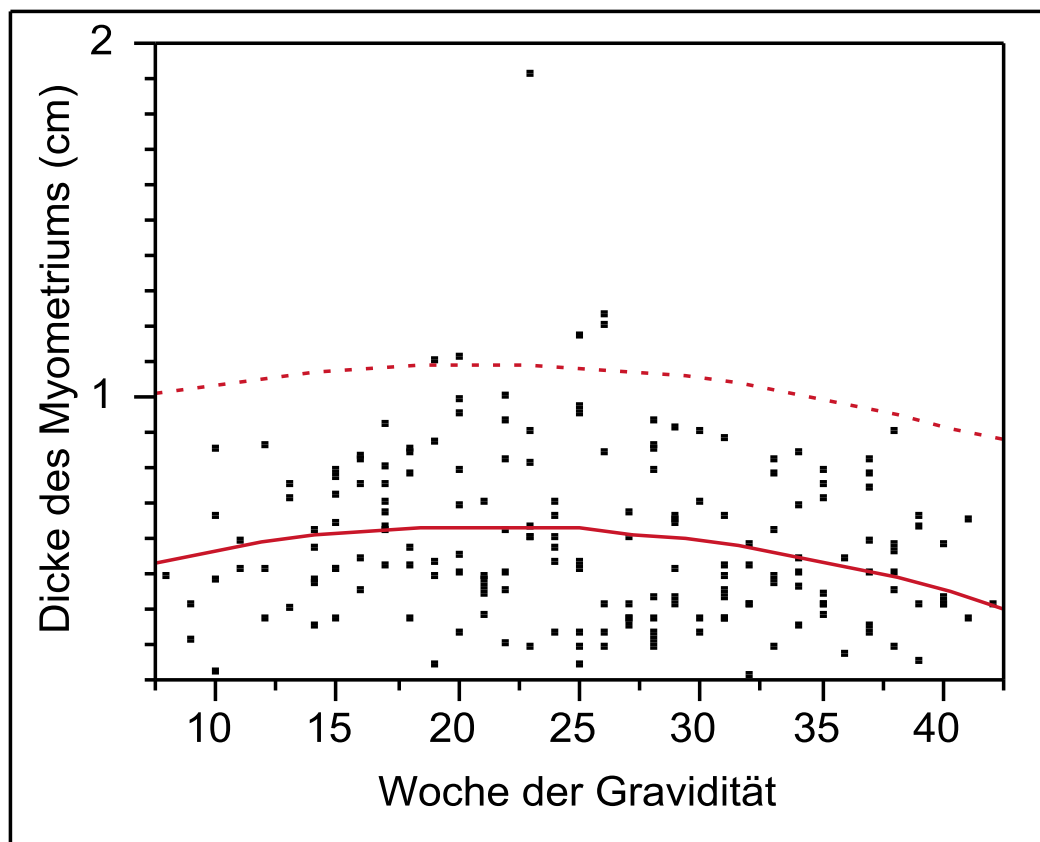


Abb. 40 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 42. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w42)} = 0.7295092 - 0.0041599 x - 0.0005107 (x - 25.4202)^2$$

 $r = 0.219$
 $n = 187$

Das Myometrium im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns konnte von der 8. bis zur 42. Woche der Gravidität regelmässig vermessen werden, allerdings deutlich weniger häufig als im Zervixbereich. Die Dicke des Myometriums veränderte sich im Laufe der Trächtigkeit nicht und die mittlere Dicke des Myometriums betrug 0.59 ± 0.24 cm (Abb. 40). Eine enge Korrelation zum Gestationsalter bestand nicht ($r = 0.219$; $P = 0.04$).

6.2.3.3.4 Myometrium des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

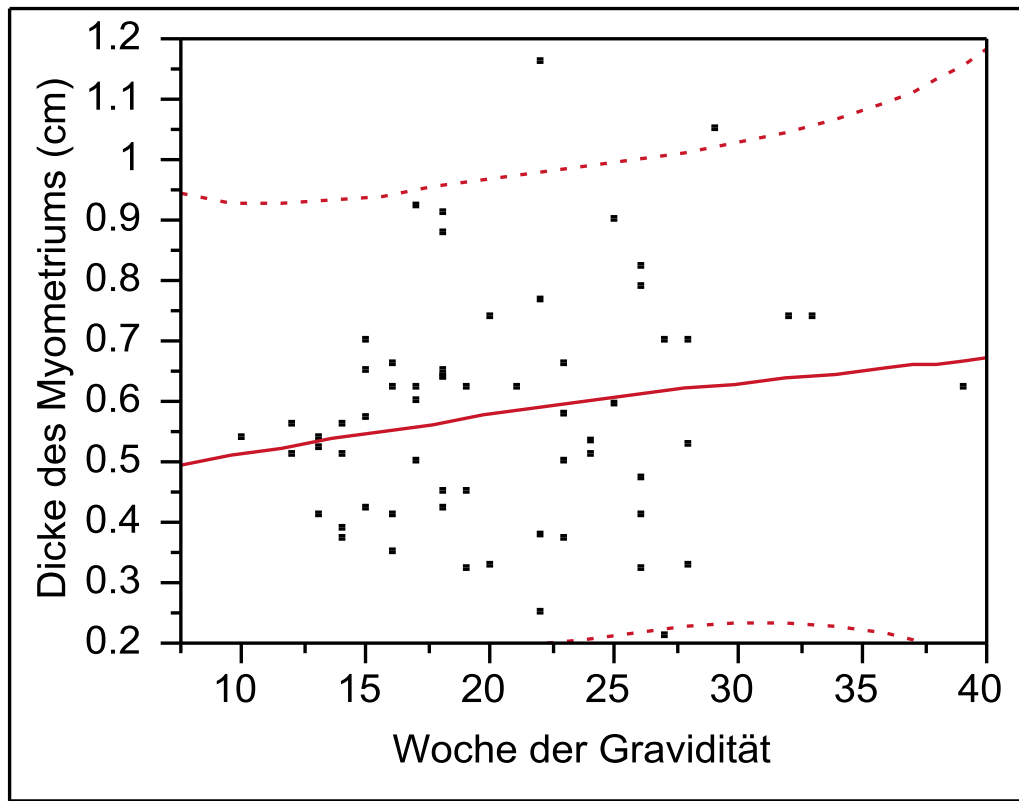


Abb. 41 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 10. und 38. Woche der Gravidität.

$$y_{(w10-w38)} = 0.4615114 + 0.005805 x - 0.000061255 (x - 20.3934)^2$$

 $r = 0.172$
 $n = 61$

Beim nicht-fruchttragenden Uterushorn war die Vermessung des Myometriums im Bereich des Corpus uteri unregelmässig zwischen der 10. und 38. Woche der Gravidität möglich. Die Messergebnisse lagen über den untersuchten Zeitraum zwischen 0.2 und 1.2 cm, wobei auch hier eine grosse Abweichung der Einzelwerte untereinander an den einzelnen Messtagen bestanden (Abb. 41). Die mittlere Dicke des Myometriums aller Messungen im untersuchten Zeitraum betrug 0.58 ± 0.19 cm. Eine Korrelation zum Stadium der Trächtigkeit war nicht zu beobachten ($r = 0.172$; $P = 0.91$).

6.2.3.3.5 Myometrium des graviden Uterushorns

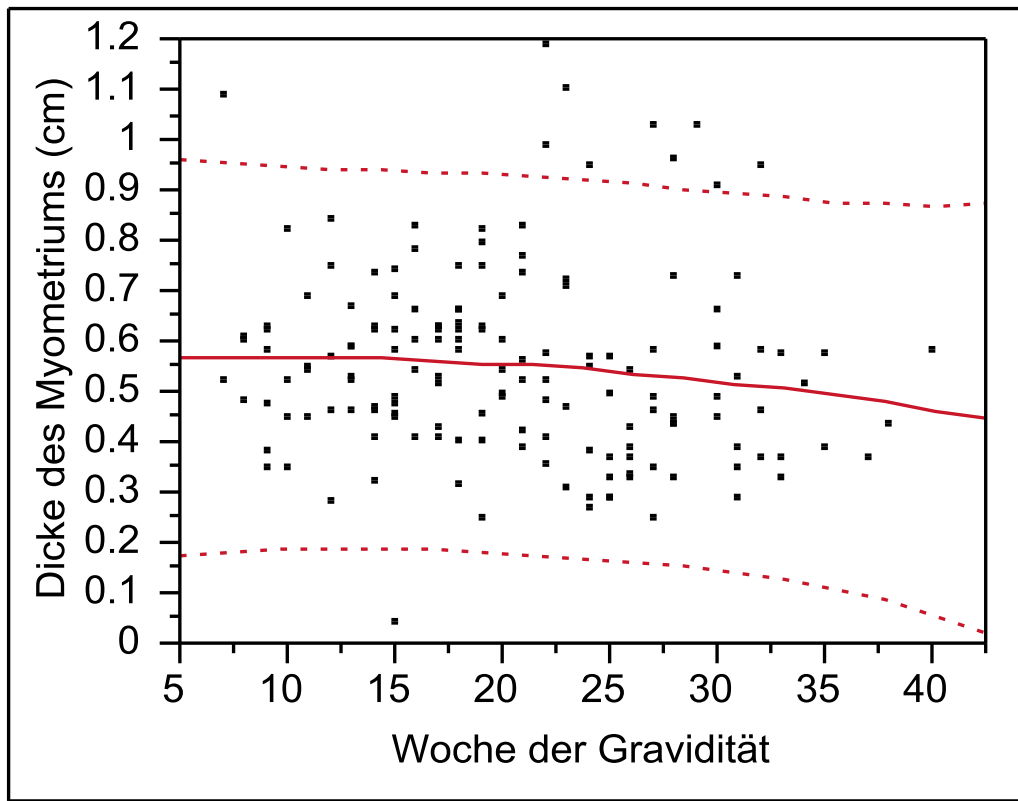


Abb. 42 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm des graviden Uterushorns zwischen der 7. und 40. Woche der Gravidität.

$$y_{(w7-w40)} = 0.603198 - 0.0024498 x - 0.0001114 (x - 20.5723)^2$$

$$r = 0.112$$

$$n = 158$$

Die Vermessung des Myometriums in der Hornmitte des fruchttragenden Uterushorns konnte bis zum Ende der Trächtigkeit regelmässig durchgeführt werden, jedoch weniger häufig als im Zervix- bzw. Korpusbereich. Ursache hierfür war, dass mit fortschreitender Gravidität die Gebärmutter aufgrund ihrer Grösse und ihres Gewichts zunehmend in Richtung Bauchhöhle absank und dadurch das sonographische Darstellen der Strukturen im Hornbereich, insbesondere im Bereich der Hornspitze erheblich erschwerte. Die Dicke des Myometriums veränderte sich von der 7. bis zur 40. Woche der Gravidität nicht. Die mittlere Dicke des Myometriums aller Messungen während des untersuchten Zeitraumes betrug 0.55 ± 0.19 cm (Abb. 42). Eine Korrelation zur Woche der Gravidität bestand nicht ($r = 0.112$; $P = 0.65$).

6.2.3.3.6 Myometrium des nicht-graviden Uterushorns

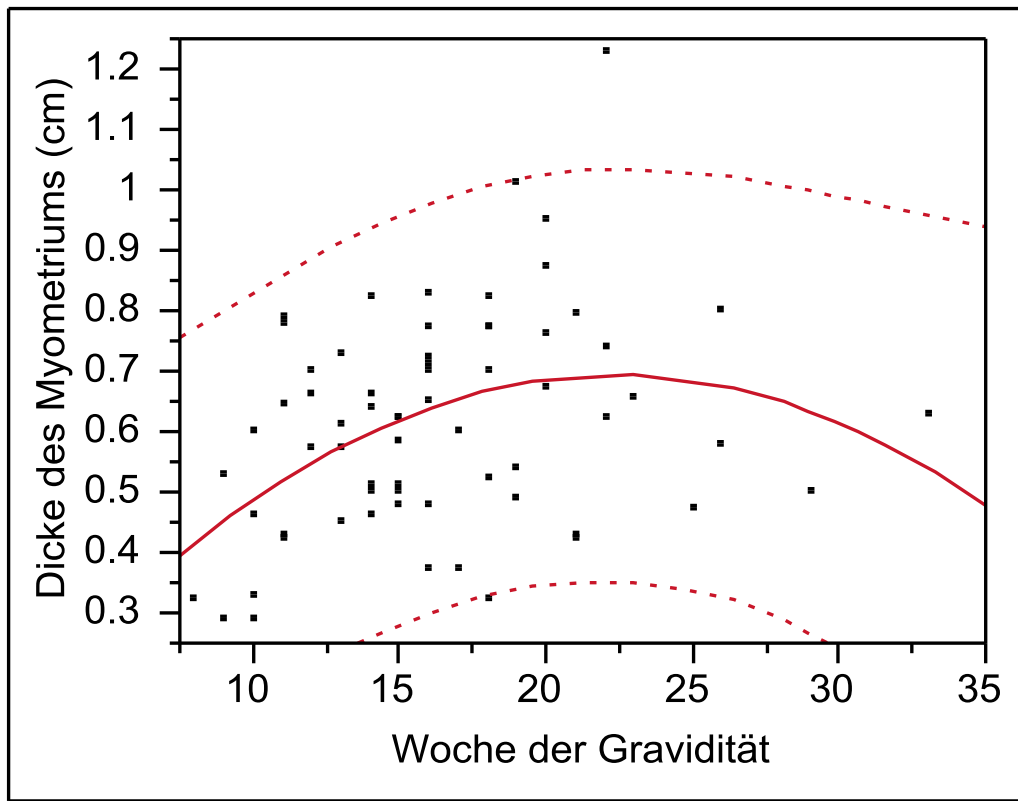


Abb. 43 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 8. und 33. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w33)} = 0.3790636 + 0.0162207 x - 0.0013568 (x - 16.3788)^2$$

$$r = 0.404$$

$$n = 66$$

Im nicht-fruchttragenden Uterushorn erfolgte die Vermessung des Myometriums in der Mitte des Uterushorns im Gegensatz zum fruchttragenden Uterushorn sehr unregelmässig. Zu Beginn der Trächtigkeit waren Messungen häufiger und ab der 20. Woche der Gravidität nur noch vereinzelt möglich. Grund hierfür waren einerseits das Verdrängen und Absinken des nicht-graviden Uterushorns in die Bauchhöhle und andererseits die unscharfe Darstellung plazentarer Strukturen aufgrund der begrenzten Eindringtiefe der Ultraschallsonde. Die mittlere Dicke des Myometriums lag im untersuchten Zeitraum von der 8. bis zur 33. Graviditätswoche bei 0.61 ± 0.18 cm, wobei zu Beginn der Trächtigkeit ein leichter Anstieg der myometrialen Dicke festzustellen war (Abb. 43). Eine Beziehung zum Gestationsalter war zu beobachten ($r = 0.404$; $P = 0.02$).

6.2.3.3.7 Myometrium des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

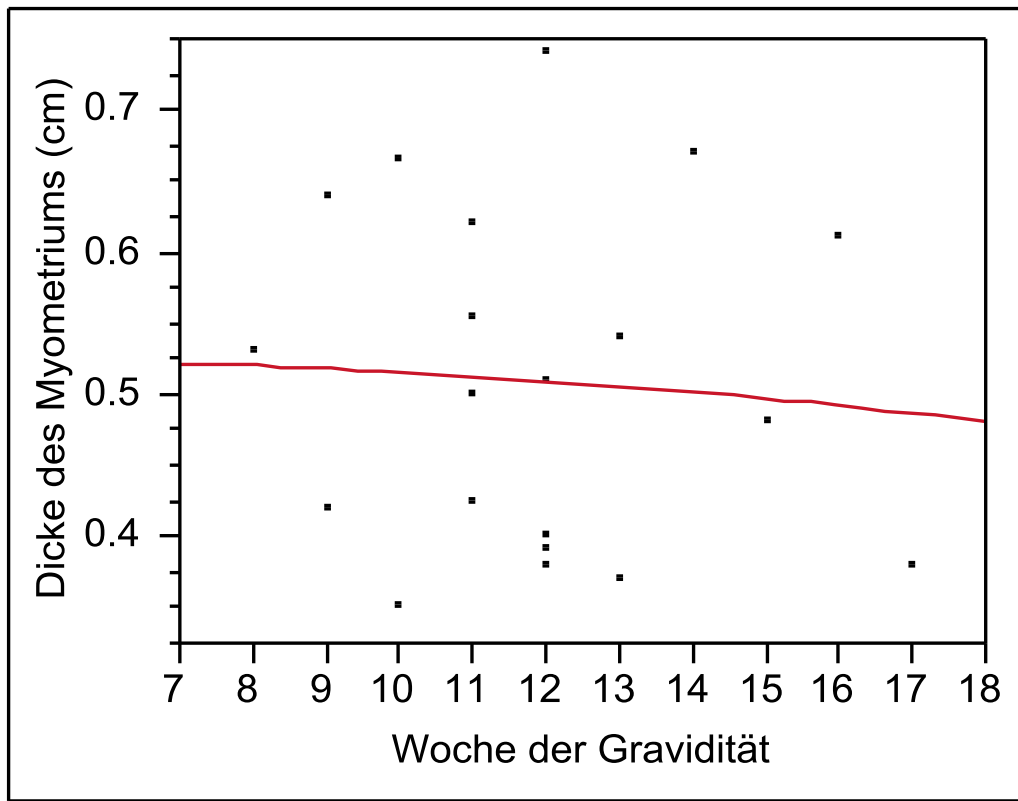


Abb. 44 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 17. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w18)} = 0.5516049 - 0.0035106 x - 0.0002119 (x - 11.9)^2$$

$$r = 0.074$$

$$n = 20$$

Das Myometrium liess sich im Bereich der Hornspitze sowohl im fruchttragenden als auch im nicht-fruchttragenden Horn nur selten sonographisch eindeutig darstellen. War das Myometrium ultrasonographisch gut erkennbar, so beschränkte sich dies auf die ersten Wochen der Trächtigkeit, nämlich von der 8. bis zur 17. Woche. Der Bereich der Hornspitze des sowohl graviden als auch nicht-graviden Uterushorns war aufgrund seiner Grösse und Lage im fortgeschrittenen Stadium der Trächtigkeit nicht mehr erreichbar. Die mittlere Dicke des Myometriums lag während des Untersuchungszeitraums von der 8. bis zur 17. Graviditätswoche bei 0.51 ± 0.12 cm (Abb. 44). Eine Korrelation zum Alter der Trächtigkeit war nicht festzustellen ($r = 0.074$; $P = 0.96$).

6.2.3.3.8 Myometrium des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

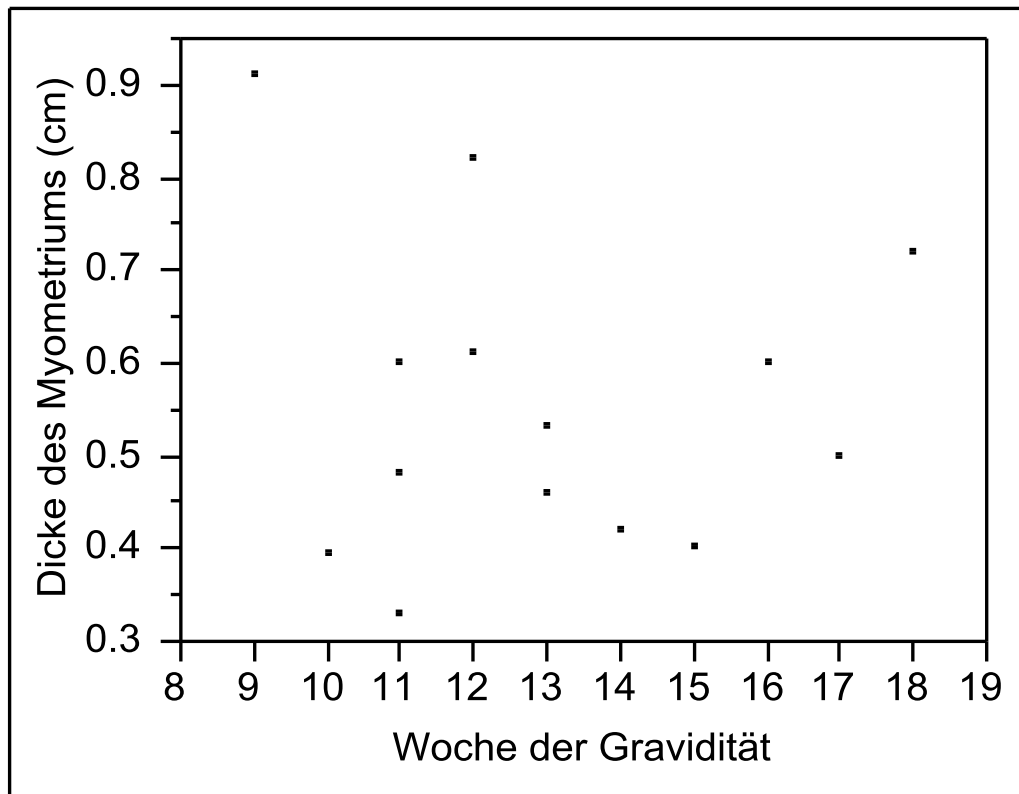


Abb. 45 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm im Bereich der Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 9. und 18. Woche der Gravidität.
n = 14

Im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns war die sonographische Darstellung des Myometriums nur vereinzelt möglich. Die mittlere Dicke des Myometriums betrug im Zeitraum von der 10. bis 18. Woche der Gravidität 0.56 ± 0.17 cm (Abb. 45).

6.2.3.4 Vermessung des Myometriums an der Basis eines Plazentoms

6.2.3.4.1 Myometrium mit Plazentom des graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

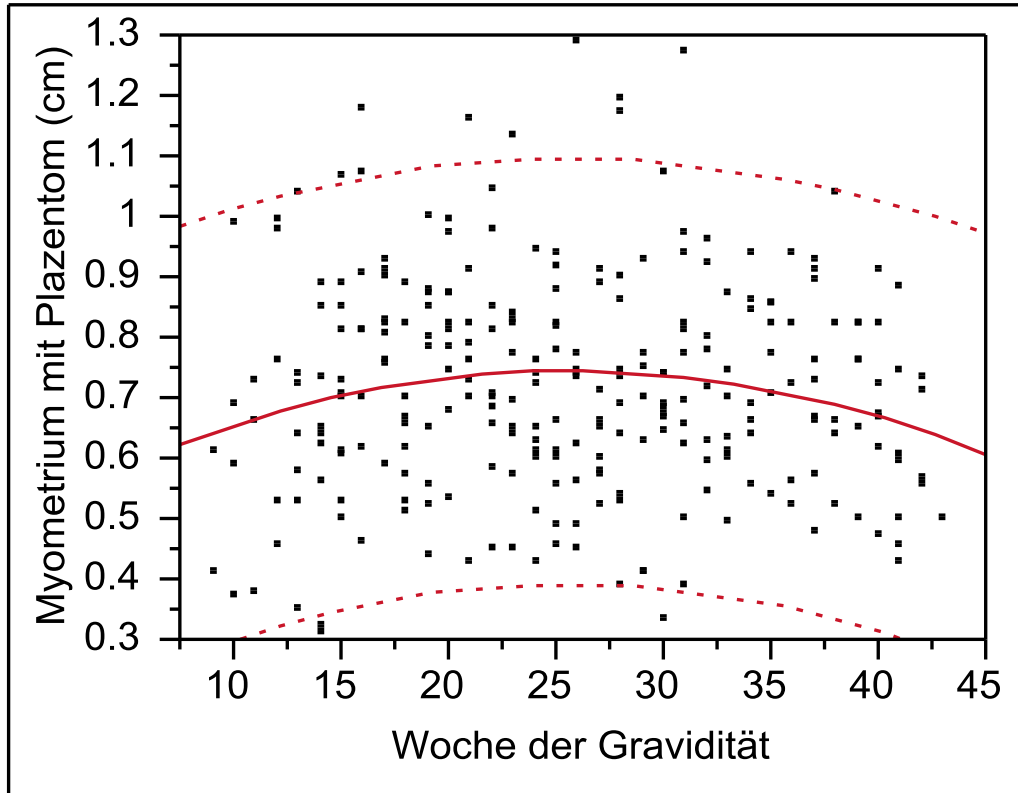


Abb. 46 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm unterhalb eines Plazentoms im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w43)} = 0.7396181 + 0.0001389 x - 0.000363 (x - 25.4682)^2$$

$$r = 0.156$$

$$n = 267$$

Die Vermessung des Myometriums unterhalb eines Plazentoms war abhängig von der Entwicklung der Plazentome. Zu Beginn der Trächtigkeit waren Plazentome nur vereinzelt im zervixnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns zu finden. Mit Fortschreiten der Gravidität waren zunehmend Plazentome sonographisch darstellbar. Die Dicke des Myometriums mit aufsitzendem Plazentom veränderte sich über den Verlauf der Trächtigkeit kaum. Die mittlere Dicke des Myometriums unterhalb von Plazentomen betrug während des untersuchten Zeitraumes 0.72 ± 0.19 cm (Abb. 46). Eine Korrelation zur Woche der Gravidität bestand nicht ($r = 0.156$; $P = 0.91$), jedoch hatte das Alter der Kühe einen Einfluss auf die Dicke des Myometriums im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns ($P < 0.05$). Bei älteren Kühen war das Myometrium geringfügig schmäler ($y = 0.75 + 0.001x - 0.007$ [Alter in Jahren]).

6.2.3.4.2 Myometrium mit Plazentom des nicht-graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

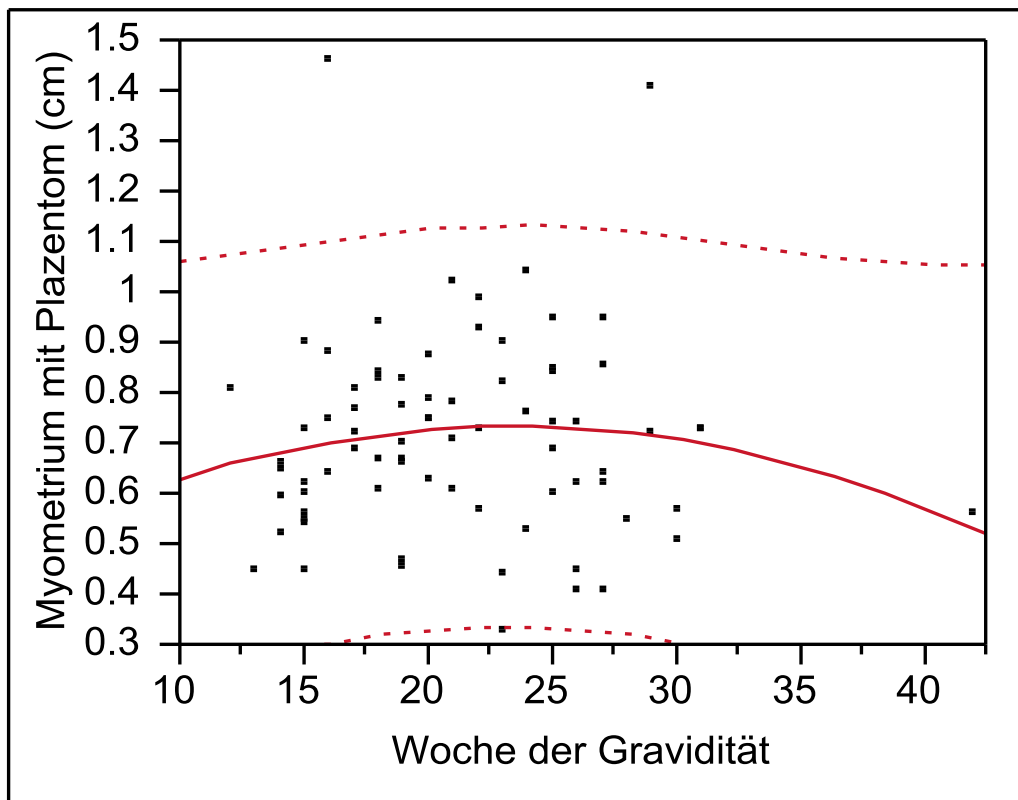


Abb. 47 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm unterhalb eines Plazentoms im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 42. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w42)} = 0.7156488 + 0.0007487 x - 0.0004507 (x - 21.2535)^2$$

$$r = 0.139$$

$$n = 77$$

Im nicht-fruchttragenden Uterushorn waren weitaus weniger Plazentome im zervixnahen Bereich zu finden als im fruchttragenden Uterushorn. Durch die Verdrängung des nicht-graviden Uterushorns nach ventral war die Vermessung des Myometriums unterhalb von Plazentomen in der fortgeschrittenen Gravidität, insbesondere nach der 30. Trächtigkeitswoche, erheblich erschwert bzw. nahezu unmöglich. Wie im graviden Uterushorn veränderte sich die Dicke des Myometriums mit aufsitzendem Plazentom im Zervixbereich über die gesamte Trächtigkeit hindurch kaum. Die mittlere Dicke des Myometriums mit aufsitzendem Plazentom aller durchgeführten Messungen während des untersuchten Zeitraumes betrug 0.71 ± 0.19 cm (Abb. 47). Eine Beziehung zum Stadium der Trächtigkeit war auch hier nicht zu erkennen ($r = 0.139$; $P = 0.59$).

6.2.3.4.3 Myometrium mit Plazentom des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

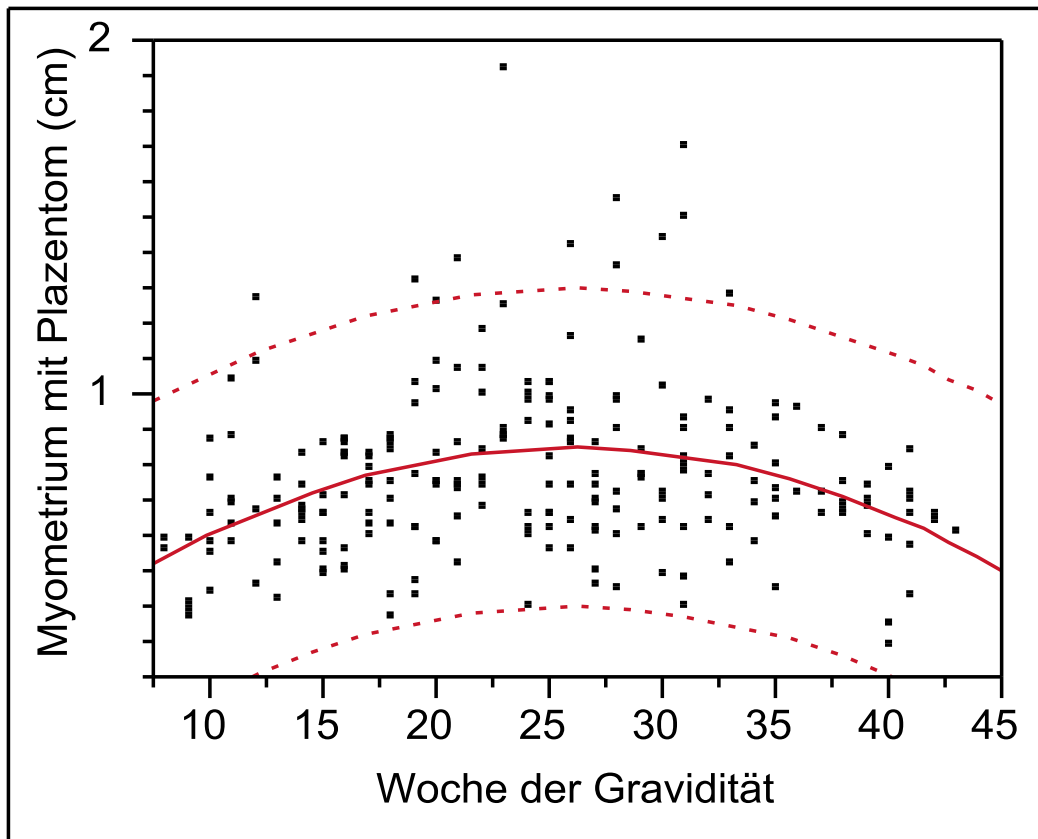


Abb. 48 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm unterhalb eines Plazentoms im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 43. Woche der Gravidität.

$$Y_{(w8-w43)} = 0.7608244 + 0.0034166 x - 0.0009591 (x - 24.2467)^2$$

$$r = 0.335$$

$$n = 227$$

Das Myometrium distal von Plazentomen im korpusnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns konnte die gesamte Trächtigkeit hindurch regelmässig vermessen werden. Die Dicke des Myometriums schien bis zur Mitte der Trächtigkeit geringfügig zuzunehmen, während der 24. und 28. Woche der Gravidität zu stagnieren und gegen Ende der Trächtigkeit wieder geringgradig abzunehmen (Abb. 48). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen lag während des untersuchten Zeitraumes bei 0.77 ± 0.24 cm. Eine schwache Beziehung zur Dauer der Trächtigkeit war vorhanden ($r = 0.335$; $P = 0.05$).

6.2.3.4.4 Myometrium mit Plazentom des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

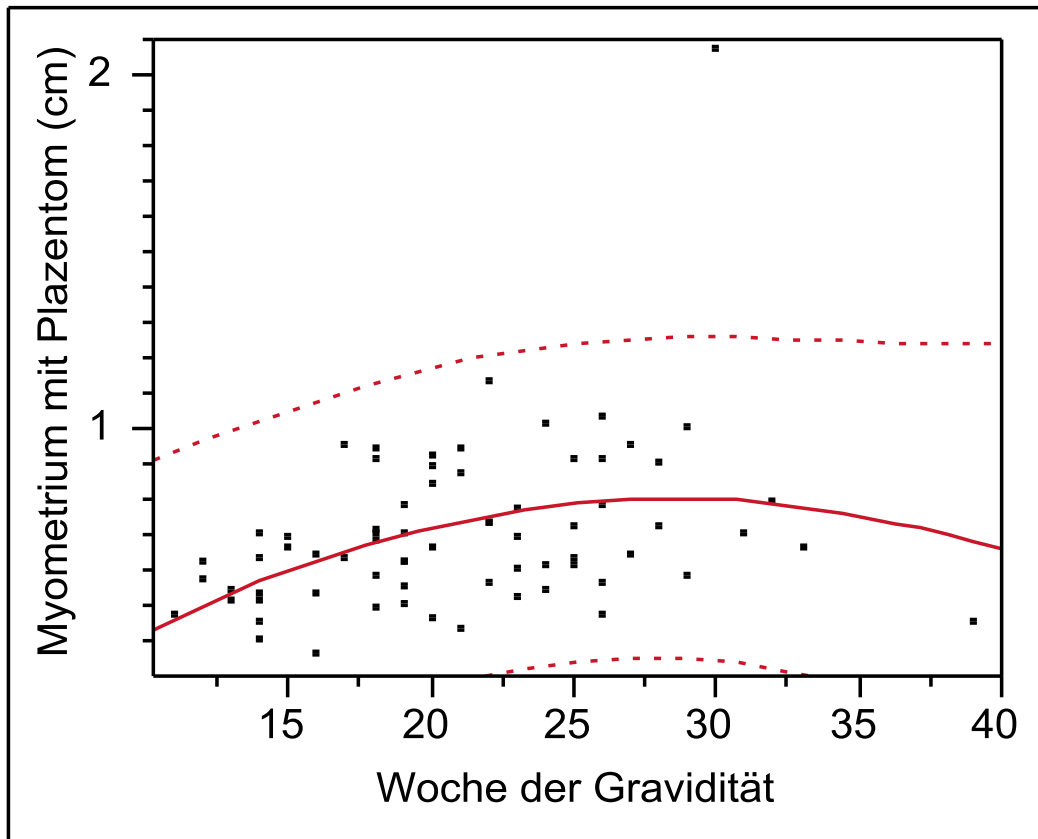


Abb. 49 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm unterhalb eines Plazentoms im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 11. und 38. Woche der Gravidität.

$$y_{(w11-w38)} = 0.3853598 + 0.0167793 x - 0.0011097 (x - 20.9859)^2$$

 $r = 0.382$
 $n = 71$

Im Vergleich zum fruchttragenden Uterushorn war die Vermessung des Myometriums distal von Plazentomen im korpusnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns nur sehr unregelmässig möglich und war ab der 29. Woche der Gravidität aufgrund der Überlagerung durch das fruchttragende Uterushorn erheblich erschwert. Die mittlere Dicke des Myometriums betrug während des untersuchten Zeitraumes 0.70 ± 0.24 cm. Wie im fruchttragenden Uterushorn war auch hier ein geringgradiger Anstieg der myometrialen Dicke von Beginn bis zur Mitte der Trächtigkeit erkennbar. Zwischen der 25. und 34. Woche der Gravidität stagnierte dieser Anstieg (Abb. 49). Eine Korrelation zum Gestationsalter war als Tendenz zu beobachten ($r = 0.382$; $P = 0.07$). Zudem hatte das Alter der Kühe einen signifikanten Einfluss auf den

untersuchten Parameter an dieser Lokalisation des Uterushorns ($P < 0.05$). Das Myometrium mit aufsitzendem Plazentom war bei älteren Kühen geringgradig schmaler ($y = 0.57 + 0.012 x - 0.023 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.4.5 Myometrium mit Plazentom des graviden Uterushorns

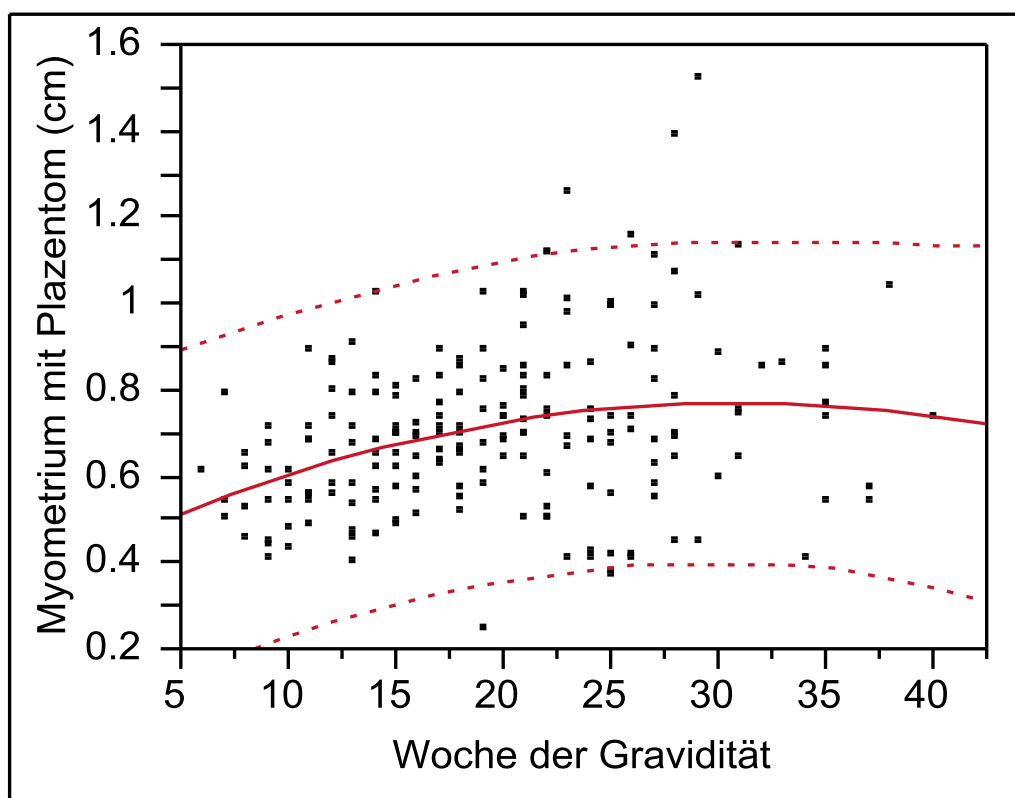


Abb. 50 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm unterhalb eines Plazentoms des graviden Uterushorns zwischen der 6. und 40. Woche der Gravidität.
 $y_{(w6-w40)} = 0.5519 + 0.0086501 x - 0.0003842 (x - 19.648)^2$
 $r = 0.311$
 $n = 196$

Im fruchttragenden Uterushorn war die sonographische Darstellung des Myometriums distal eines Plazentoms regelmässig von der 6. bis zur 28. Woche der Gravidität möglich. Nach der 28. Trächtigkeitswoche gestaltete sich die sonographisch scharfe Darstellung des Myometriums aufgrund der weiten Entfernung zur Ultraschallsonde und ihrer begrenzten Eindringtiefe als schwierig und war nur noch vereinzelt möglich. Die mittlere Dicke des Myometriums betrug 0.70 ± 0.19 cm während der gesamten Trächtigkeit. Zu Beginn der Gravidität schien ein leichter Anstieg der Dicke des Myometriums vorzuliegen und kam ab der 24. Woche der Gravidität mit stagnierenden Messergebnissen zum Erliegen (Abb. 50). Eine Korrelation zur Woche der Gravidität war nicht zu beobachten ($r = 0.311$; $P = 0.07$).

6.2.3.4.6 Myometrium mit Plazentom des nicht-graviden Uterushorns

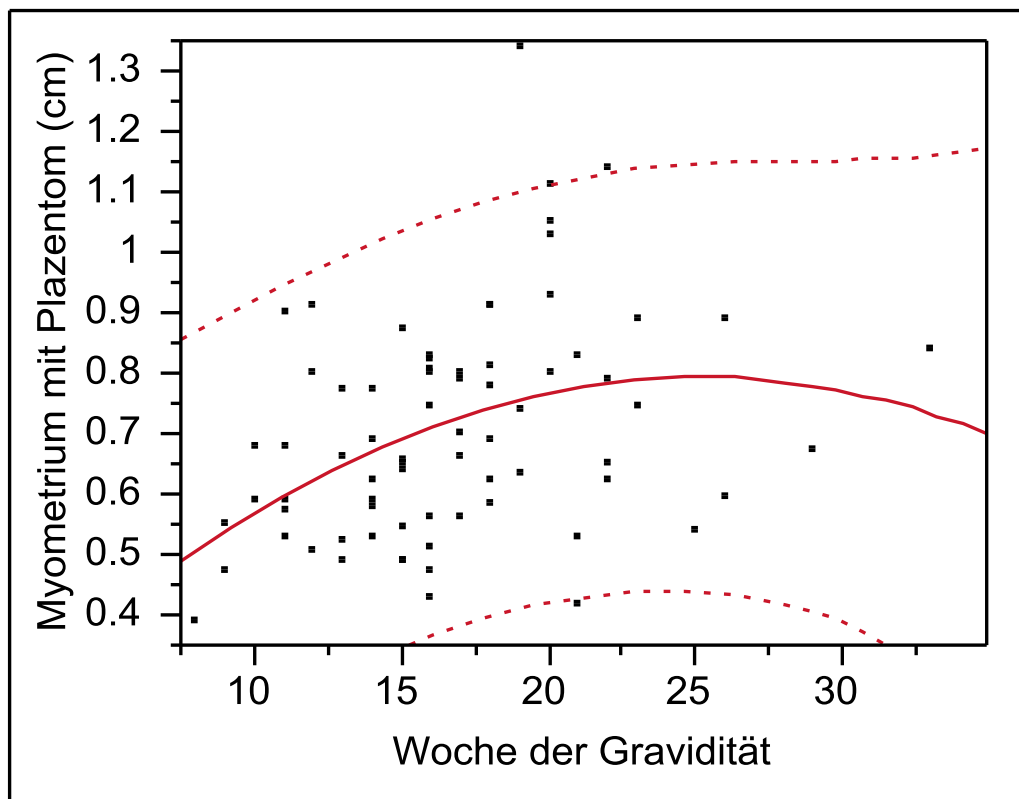


Abb. 51 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm unterhalb eines Plazentoms des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 8. und 33. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w33)} = 0.4481007 + 0.0164439 x - 0.0009832 (x - 16.7945)^2$$

$$r = 0.385$$

$$n = 73$$

Die Vermessung des Myometriums distal von Plazentomen war in der Hornmitte des nicht-fruchttragenden Uterushorns selten und ab der 20. Trächtigkeitswoche bis zur letztmaligen Messung in der 33. Woche der Gravidität nur noch vereinzelt möglich. Die Messergebnisse lagen für den untersuchten Zeitraum abgesehen von wenigen Ausreißern zwischen 0.4 und 1.0 cm, wobei eine deutliche Streuung an den einzelnen Untersuchungstagen vorlag. Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen während des untersuchten Zeitraumes betrug 0.70 ± 0.18 cm (Abb. 51). Eine Korrelation zur Trächtigkeitswoche war nicht festzustellen ($r = 0.385$; $P = 0.09$).

6.2.3.4.7 Myometrium mit Plazentom des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

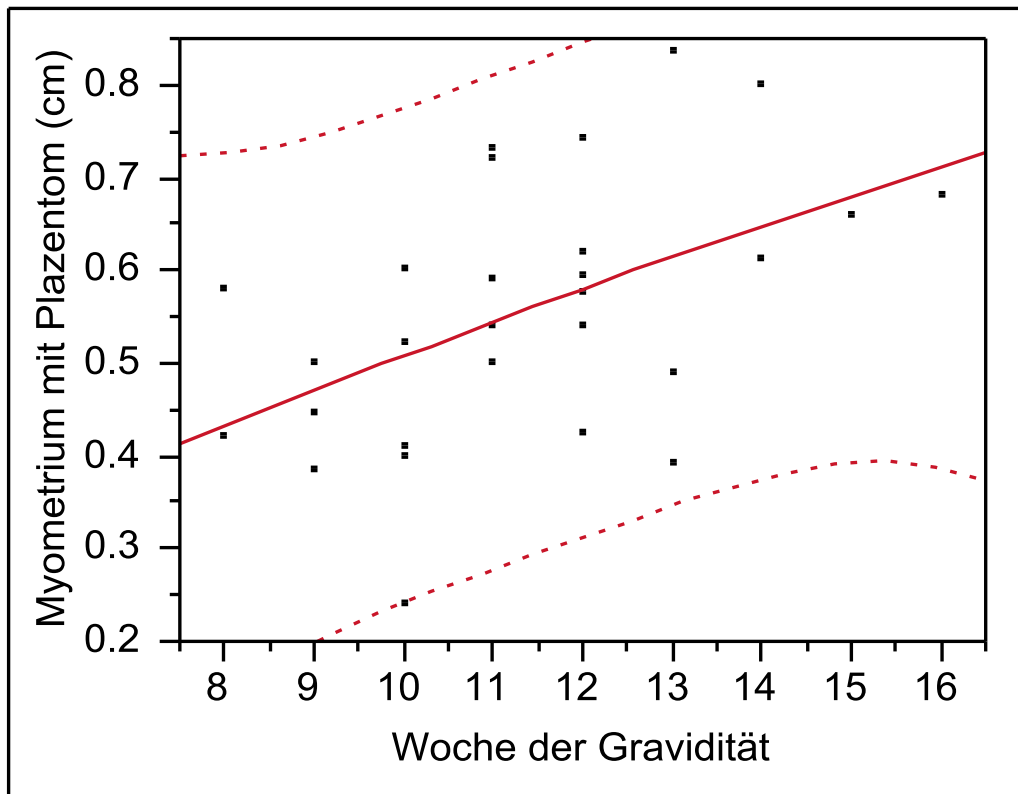


Abb. 52 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm unterhalb eines Plazentoms im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 16. Woche der Gravidität.

$$Y_{(w8-w16)} = 0.1427172 + 0.033299 x - 0.0009101 (x - 11.4762)^2$$

$$r = 0.504$$

$$n = 28$$

Im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns konnten vereinzelte Messungen des Myometriums mit aufsitzenden Plazentomen zwischen der 8. und 16. Woche der Gravidität durchgeführt werden. Über die 16. Woche hinaus waren aufgrund des Absinkens des Uterushorns in die Tiefe der Bauchhöhle keine sonographische Darstellung uteriner Strukturen mehr möglich. Die Dicke des Myometriums distal von Plazentomen zeigte einen leichten Anstieg während der für die Messung geeigneten Wochen (Abb. 52). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen während des untersuchten Zeitraumes betrug 0.56 ± 0.14 cm. Eine Beziehung zum Gestationsalter war vorhanden ($r = 0.504$; $P < 0.01$).

6.2.3.4.8 Myometrium mit Plazentom des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

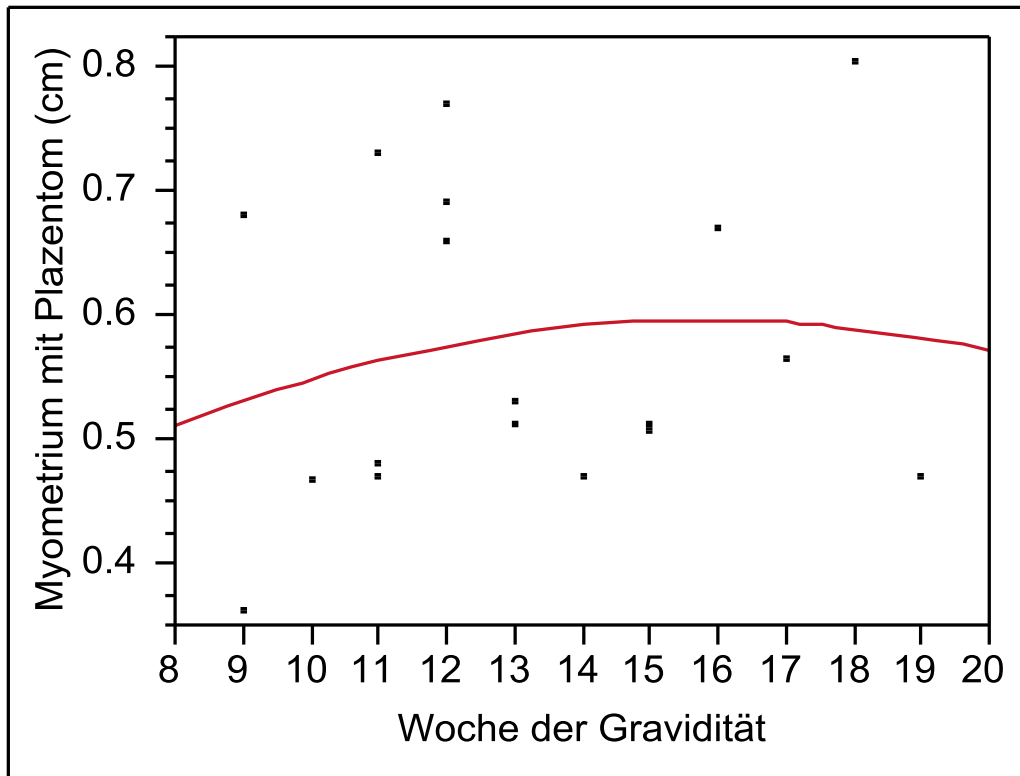


Abb. 53 Durchschnittliche Dicke des Myometriums in cm unterhalb eines Plazentoms im Bereich der Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w19)} = 0.4876223 + 0.0074911 x - 0.0014126 (x - 13.1667)^2$$

$$r = 0.165$$

$$n = 18$$

Während der 9. und 19. Woche der Gravidität waren nur sehr wenige Messungen des Myometriums distal von Plazentomen im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns möglich. Die Messergebnisse lagen zwischen 0.35 und 0.80 cm und streuten an den einzelnen Untersuchungstagen zum Teil erheblich (Abb. 53). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen im untersuchten Zeitraum betrug 0.57 ± 0.13 cm. Eine Korrelation zur Woche der Gravidität war nicht zu erkennen ($r = 0.165$; $P = 0.71$).

6.2.3.5 Vermessung der Plazentome

6.2.3.5.1 Höhe der Plazentome

6.2.3.5.1.1 Höhe der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

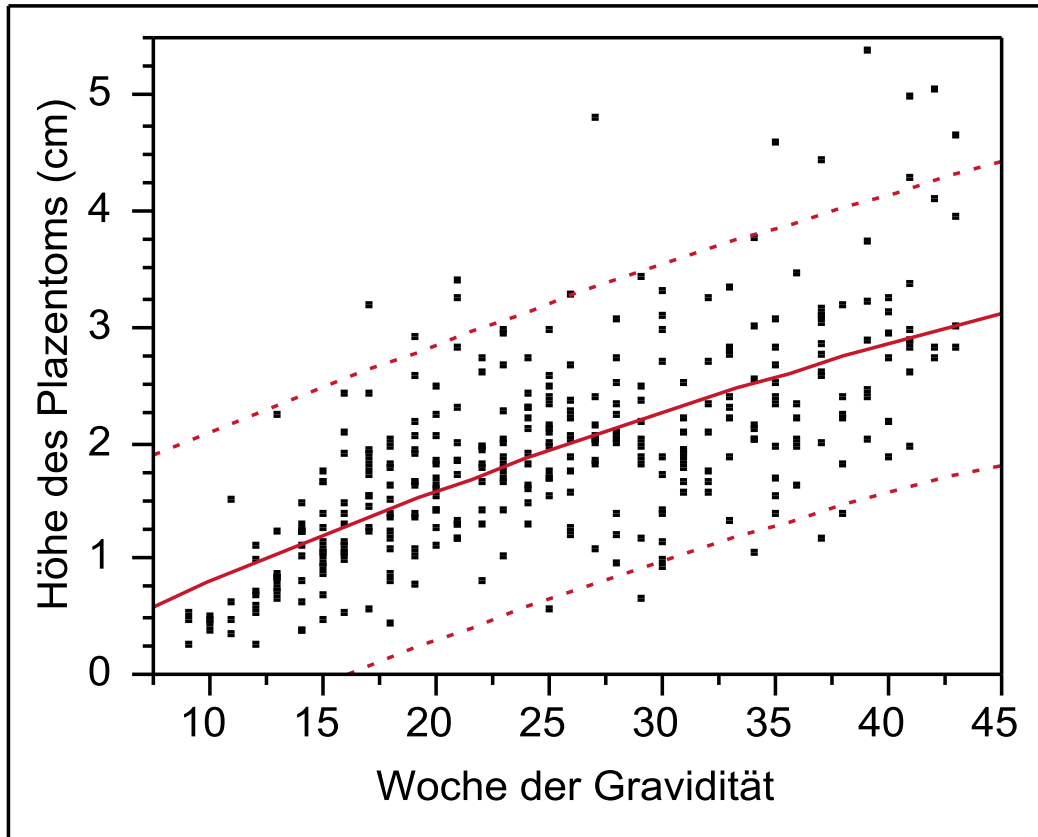


Abb. 54 Höhe von Plazentomen in cm im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w43)} = 0.2070575 + 0.068774 x - 0.0004475 (x - 25.1391)^2$$

$$r = 0.679$$

$$n = 345$$

Im zervixnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns waren bereits in der 9. Woche der Gravidität vereinzelt Plazentome zu finden. Sie hatten zu diesem Zeitpunkt eine durchschnittliche Höhe von 0.41 ± 0.13 cm. Mit fortschreitender Trächtigkeit nahm die Anzahl der Plazentome deutlich zu. Die Zunahme der Höhe der Plazentome verlief kontinuierlich zwischen der 9. und 43. Trächtigkeitswoche. In der 43. Woche der Gravidität hatten die vermessenen Plazentome eine durchschnittliche Höhe von 3.59 ± 0.86 cm. Einzelne Plazentome waren gegen Ende der Trächtigkeit zwischen 4.0 und 5.5 cm hoch (Abb. 54). Eine mässige Korrelation zum Gestationsalter war vorhanden ($r = 0.679$; $P < 0.0001$). Das Alter der Kühe

beeinflusste zudem signifikant die Höhe der Plazentome ($P < 0.05$). Bei älteren Kühen war die Höhe der Plazentome geringgradig kleiner ($y = 0.28 + 0.07 x - 0.02 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.5.1.2 Höhe der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

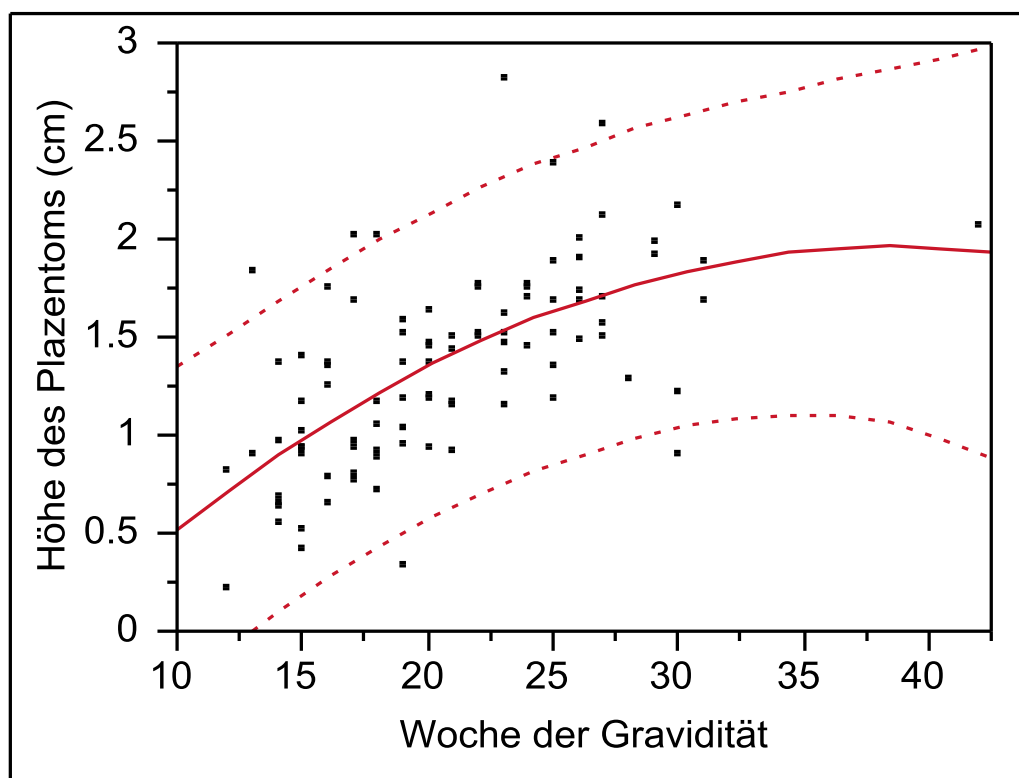


Abb. 55 Höhe von Plazentomen in cm im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 42. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w42)} = 0.0942497 + 0.0627629 x - 0.0017512 (x - 20.7979)^2$$

$$r = 0.628$$

$$n = 94$$

Die Entwicklung der Plazentome im zervixnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns erfolgte im Vergleich zum fruchttragenden Uterushorn 3 Wochen später. Zudem war die Anzahl an Plazentomen deutlich geringer. In der 12. Woche der Gravidität belief sich die minimale Höhe eines Plazentoms auf 0.21 cm, die maximale Höhe auf 0.82 cm. Die Zunahme der Plazentomhöhe zeigte zwischen der 12. und 27. Woche der Gravidität einen kontinuierlichen Verlauf und verlangsamte zwischen der 27. und 31. Trächtigkeitswoche (Abb. 55). In der 31. Woche der Gravidität betrug die durchschnittliche Höhe der Plazentome 1.79 ± 0.13 cm. Nach der 31. Graviditätswoche konnte der Zervixbereich auf der Seite des nicht-graviden Uterus aufgrund seiner Verdrängung nach ventral durch das grosse fruchttragende Uterushorn nicht mehr sonographisch dargestellt werden. In der 42. Woche der Gravidität

war bei einer Kuh die Messung eines Plazentoms möglich. Das Plazentom hatte eine Höhe von 2.1 cm. Zwischen der 31. und 42. Woche der Gravidität schien kein bedeutendes Längenwachstum der Plazentome stattgefunden zu haben. Eine mässige Korrelation zur Woche der Gravidität war statistisch zu sichern ($r = 0.628$; $P < 0.0001$).

6.2.3.5.1.3 Höhe der Plazentome des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

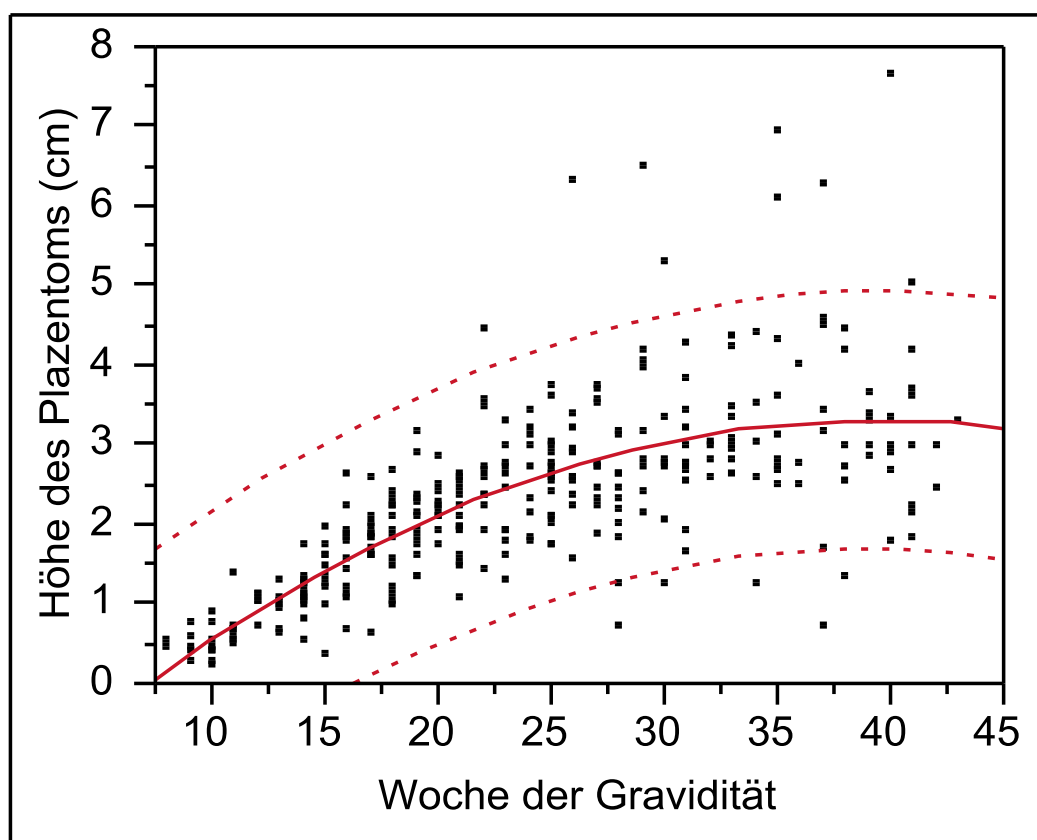


Abb. 56 Höhe von Plazentomen in cm im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w43)} = 0.174393 + 0.09901 x - 0.0031858 (x - 23.8774)^2$$

$$r = 0.721$$

$$n = 309$$

Im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns waren vereinzelt Plazentome bereits in der 8. Woche der Gravidität sonographisch darstellbar. Sie hatten zu diesem frühen Zeitpunkt der Trächtigkeit eine Höhe von durchschnittlich 0.47 ± 0.05 cm. Die Abweichung der Einzelwerte untereinander war zunächst gering, jedoch nahm die Streuung der Messergebnisse nach der 30. Woche der Gravidität zu. Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 31. Trächtigkeitswoche lag bei 2.90 ± 0.77 cm. In der 41. Woche der Gravidität betrug die minimale Plazentomhöhe 1.8 cm, die maximale Höhe eines Plazentoms 5.0 cm

und der Mittelwert aller Messungen in der 41. Trächtigungswoche betrug 3.20 ± 1.11 cm. Die letztmalige Vermessung der Höhe eines Plazentoms in der 43. Gestationswoche lag bei 3.20 cm. Die Höhe von Plazentomen nahm von der 8. bis zur 26. Woche der Gravidität stetig zu, zeigte zwischen der 27. und 31. Trächtigungswoche eine starke Verlangsamung und danach bis zur Geburt keine nennenswerte Veränderungen mehr (Abb. 56). Eine enge Beziehung zur Länge der Trächtigkeit war zu beobachten ($r = 0.721$; $P < 0.0001$).

6.2.3.5.1.4 Höhe der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

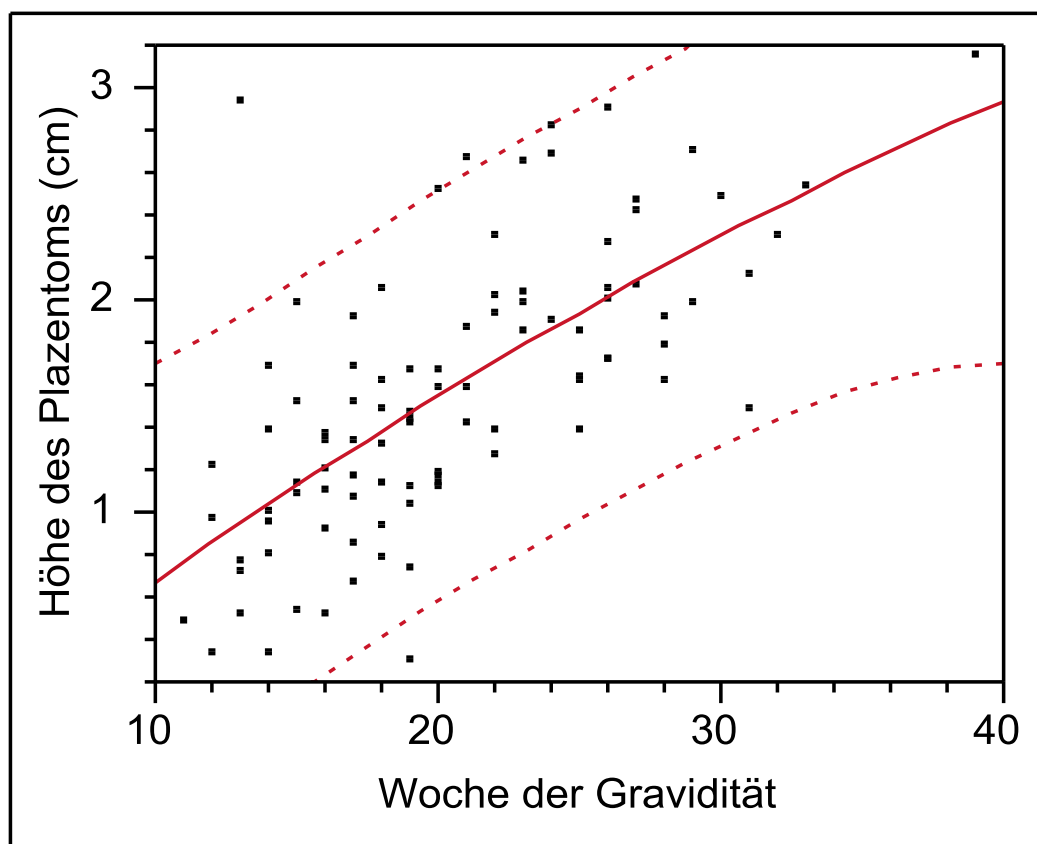


Abb. 57 Höhe von Plazentomen in cm im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 11. und 39. Woche der Gravidität.
 $y_{(w11-w39)} = -0.070426 + 0.0807486 x - 0.0005827 (x - 20.5)^2$
 $r = 0.678$
 $n = 96$

Im Vergleich zum fruchttragenden Uterushorn trat die Plazentomentwicklung im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorn 3 Wochen später und mit bedeutend geringerer Anzahl ein. In der 11. Woche der Gravidität betrug die Höhe des einzig messbaren Plazentoms 0.5 cm, in der 33. Woche der Gravidität war die Höhe eines sonographisch darstellbaren Plazentoms auf 2.5 cm angewachsen. Zwischen der 11. und 33. Woche der

Gravidität nahm die Höhe der Plazentome kontinuierlich zu (Abb. 57). Bereits nach der 28. Woche der Gravidität war das sonographische Darstellen von Plazentomen aufgrund der Verlagerung des nicht-graviden Uterushorns nach ventral nur noch vereinzelt möglich. Eine letztmalige Vermessung der Höhe eines Plazentoms ergab sich in der 39. Trächtigkeitswoche; die Höhe des gemessenen Plazentoms betrug 3.20 cm. Eine mässige Korrelation zum Trächtigkeitsalter war vorhanden ($r = 0.678$; $P < 0.0001$). Das Alter der Kühe hatte einen tendenziellen Einfluss auf die Höhe der Plazentome an dieser Lokalisation des Uterushorns ($P = 0.06$). Bei älteren Kühen war die Höhe der Plazentome geringgradig kleiner ($y = 0.03 + 0.08 x - 0.03$ [Alter in Jahren]). Im Bereich des Corpus uteri unterschied sich zudem die durchschnittliche Höhe der Plazentome im graviden respektive im nicht-graviden Uterushorn mit 1.91 bzw. 1.48 cm signifikant ($P < 0.01$).

6.2.3.5.1.5 Höhe der Plazentome des graviden Uterushorns

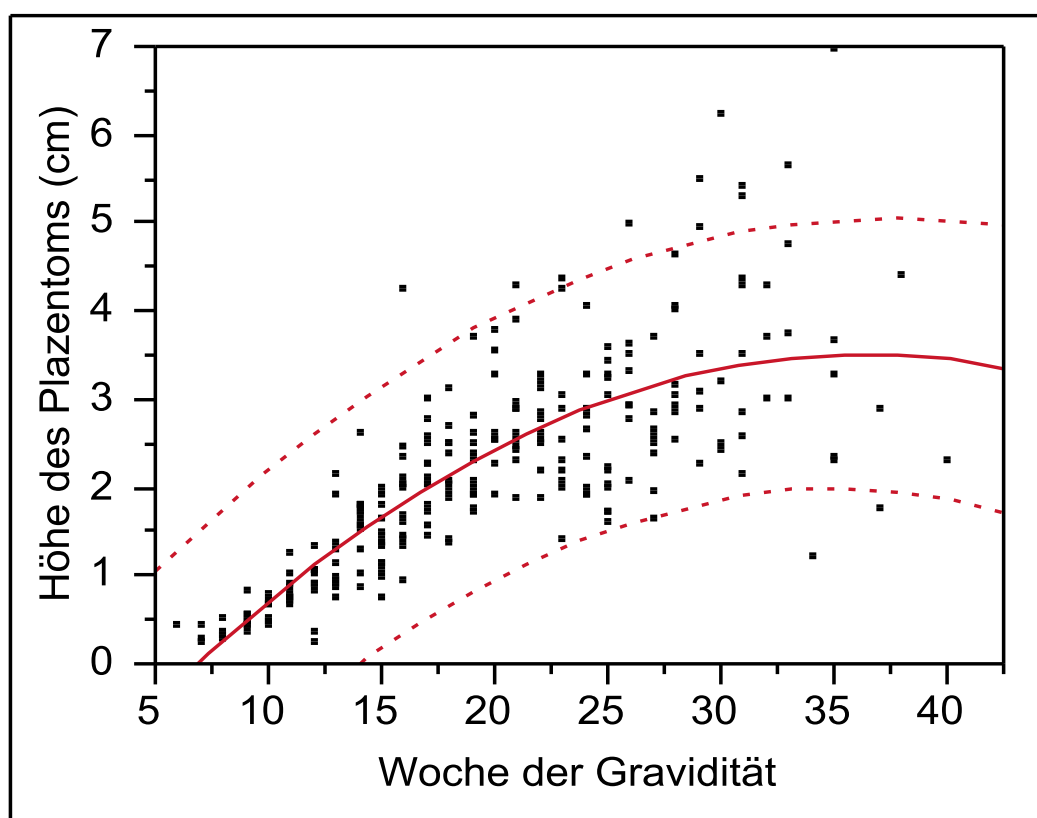


Abb. 58 Höhe von Plazentomen in cm des graviden Uterushorns zwischen der 6. und 40. Woche der Gravidität.
 $y_{(w6-w40)} = -0.236997 + 0.1333977 x - 0.0040844 (x - 19.908)^2$
 $r = 0.782$
 $n = 250$

Das erstmalige Darstellen von Plazentomen im fruchttragenden Uterushorn gelang bei einer Kuh bereits in der 6. Woche der Gravidität. Das Plazentom wies zu diesem frühen Zeitpunkt der Trächtigkeit eine Höhe von 0.42 cm auf. Während der Frühgravidität war die Streuung der Messergebnisse gering, nahm jedoch ab der 25. Trächtigkeitswoche zu. Die Höhe der Plazentome zeigte während der 6. bis 26. Woche der Gravidität ein stetiges Wachstum. In der 26. Trächtigkeitswoche betrug der Mittelwert aller durchgeführten Messungen 3.26 ± 0.85 cm. Zwischen der 26. und 31. Woche der Gravidität verlangsamte sich das Höhenwachstum der Plazentome deutlich. In der 31. Trächtigkeitswoche betrug der minimale Wert für die Plazentomhöhe 2.1 cm, der maximale Wert 5.4 cm und der Mittelwert aller Messungen in dieser Gestationswoche betrug 3.79 ± 1.23 cm. Nach der 31. Graviditätswoche war keine Höhenzunahme der Plazentome zu erkennen. Die mittlere Plazentomhöhe aller Messungen in der 35. Trächtigkeitswoche lag bei 3.70 ± 1.92 cm. Die Höhe eines vermessenen Plazentoms in der 38. Woche der Trächtigkeit betrug 4.4 cm. Eine letztmalige Vermessung eines Plazentoms war in der 40. Graviditätswoche möglich (Abb. 58). Zum Gestationsalter war eine enge Korrelation festzustellen ($r = 0.782$; $P < 0.0001$).

6.2.3.5.1.6 Höhe der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns

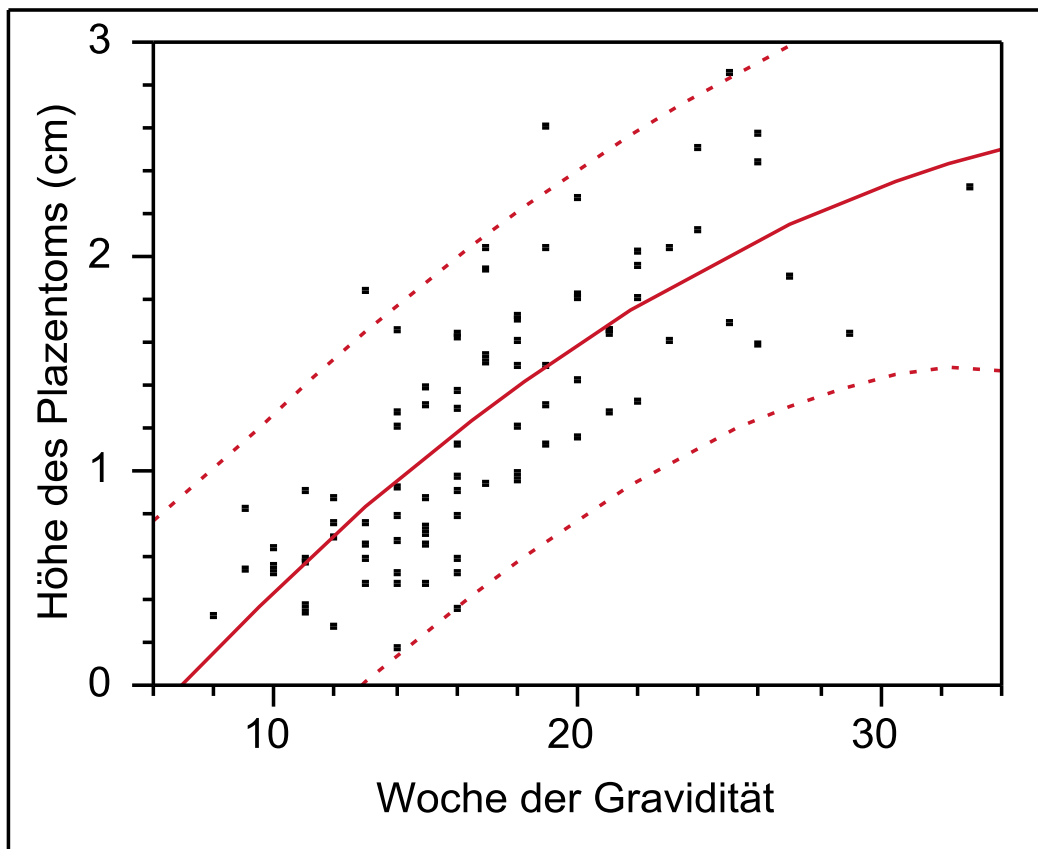


Abb. 59 Höhe von Plazentomen in cm des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 8. und 33. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w33)} = -0.520172 + 0.1062556 x - 0.0020718 (x - 17.0787)^2$$

$r = 0.775$
 $n = 90$

Im nicht-fruchttragenden Uterushorn fand die Längenmessung von Plazentomen im Vergleich zum fruchttragenden Uterushorn seltener statt. Dies beruhte zum einen auf die wesentlich geringere Anzahl von Plazentomen im nicht-graviden Uterushorn und andererseits auf die stark eingeschränkte Erreichbarkeit des Horns mit der Ultraschallsonde aufgrund seiner Verlagerung nach ventral. Eine erstmalige Vermessung der Höhe eines Plazentoms war in der 8. Woche der Gravidität möglich; die Höhe des Plazentoms mass 0.3 cm. Die letztmalige Vermessung eines Plazentoms erfolgte in der 33. Trächtigkeitswoche; das Plazentom hatte eine Höhe von 2.3 cm. Die Höhe der Plazentome nahm zwischen der 8. und 33. Woche der Gravidität stetig zu (Abb. 59) und stand mit dem Trächtigkeitsstadium in enger Beziehung ($r = 0.775$; $P < 0.0001$). Im Hornbereich war der Unterschied der durchschnittlichen Höhen der Plazentome im fruchttrag-

enden respektive im nicht-fruchttragenden Uterushorn mit 2.21 bzw. 1.43 cm hoch signifikant ($P < 0.0001$).

6.2.3.5.1.7 Höhe der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

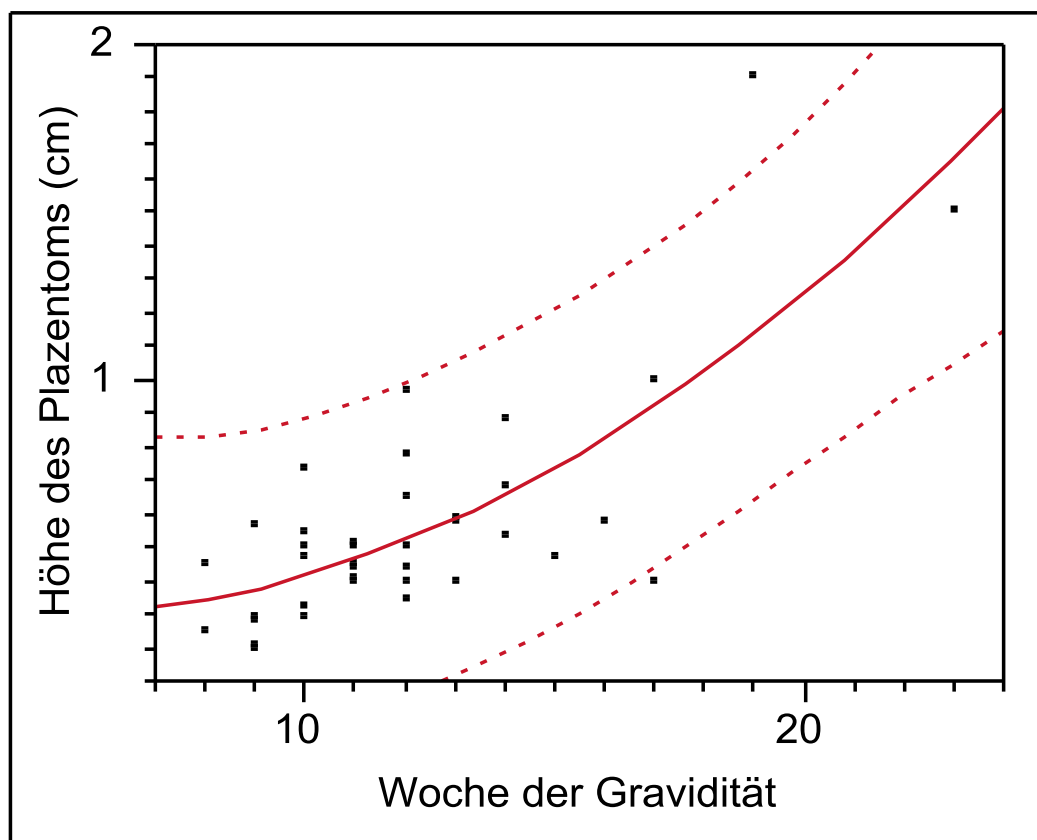


Abb. 60 Höhe von Plazentomen in cm des graviden Uterushorns im Bereich der Hornspitze zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität.
 $y_{(w8-w23)} = -0.211438 + 0.0609154 x + 0.0039558 (x - 12.0789)^2$
 $r = 0.758$
 $n = 38$

Im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns waren vereinzelte Längenmessungen von Plazentomen ab der 8. Graviditätswoche möglich. Bei einem Plazentom betrug die Höhe zu diesem frühen Zeitpunkt der Trächtigkeit 0.25 cm und die Höhe des zweiten darstellbaren Plazentoms 0.45 cm. Ab der 14. Woche der Gravidität erfolgte das sonographische Darstellen von Plazentomen selten und war letztmalig in der 23. Trächtigkeitswoche möglich. Die Höhe des zuletzt vermessenen Plazentoms mass 1.5 cm. Zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität verlief das Höhenwachstum kontinuierlich (Abb. 60). Eine enge Beziehung zur Trächtigkeitsdauer war zu statistisch zu sichern ($r = 0.758$; $P < 0.001$).

6.2.3.5.1.8 Höhe der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

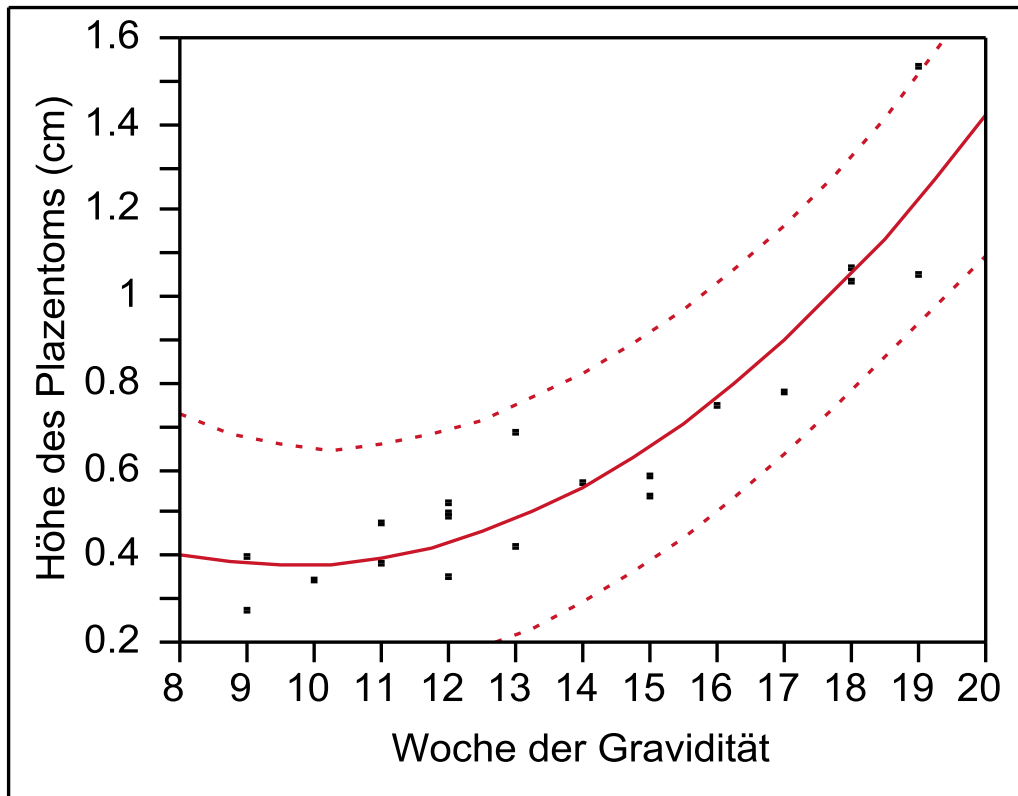


Abb. 61 Höhe von Plazentomen in cm des nicht-graviden Uterushorns im Bereich der Hornspitze zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w19)} = -0.558536 + 0.0797089 x + 0.009789 (x - 13.75)^2$$

$$r = 0.934$$

$$n = 19$$

Zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität waren vereinzelt Plazentome sonographisch auffindbar. Die Höhen der Plazentome in der 9. Trächtigkeitswoche lagen zwischen 0.28 und 0.40 cm und wuchsen bis zur letztmöglichen Vermessung in der 19. Woche der Gravidität kontinuierlich auf Höhen von 1.05 und 1.55 cm an (Abb. 61). Die Höhe der Plazentome besass eine sehr enge Beziehung zur Woche der Gravidität ($r = 0.934$; $P < 0.0001$) und die einzelnen Messergebnisse waren gering gestreut. Das Alter der Kühe hatte einen signifikanten Einfluss auf die Höhe der Plazentome im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns ($P = 0.001$). Bei älteren Kühen waren die Plazentome an dieser Lokalisation des Uterushorns geringgradig höher ($y = -0.51 + 0.07 x + 0.05 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.5.2 Breite der Plazentome

6.2.3.5.2.1 Breite der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

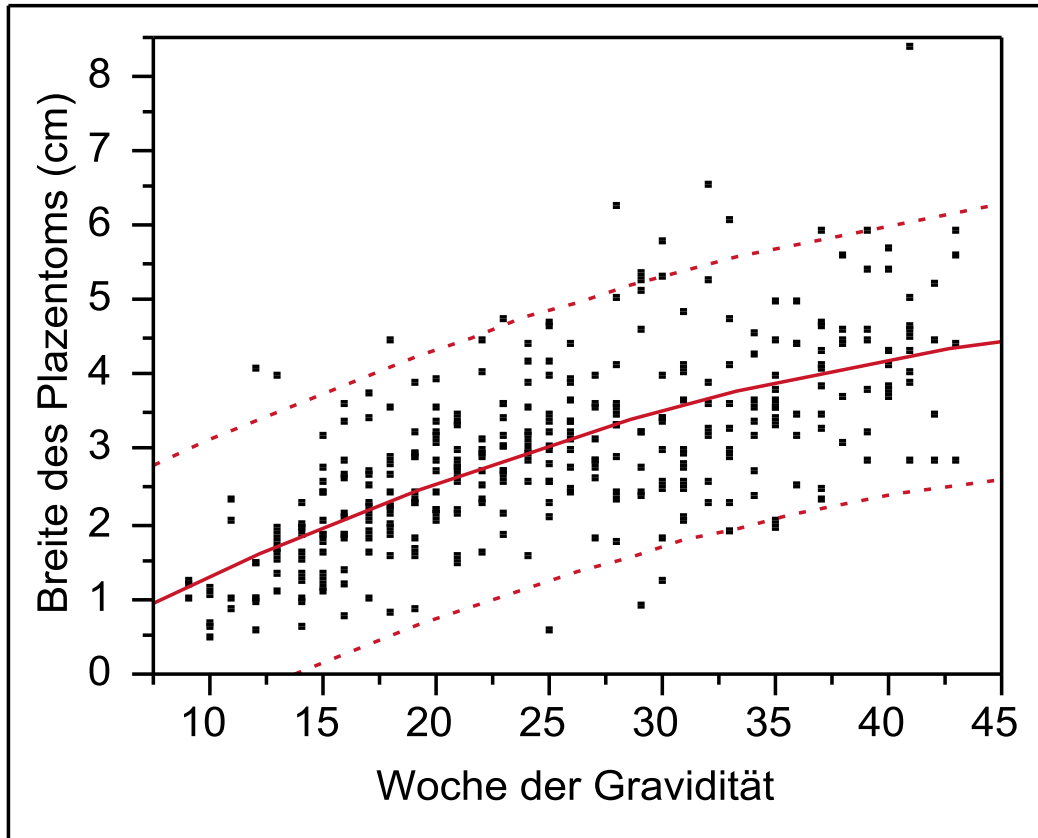


Abb. 62 Breite von Plazentomen in cm im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w43)} = 0.6642062 + 0.0956541 x - 0.00138 (x - 25.1821)^2$$

$$r = 0.674$$

$$n = 345$$

Bereits in der 9. Woche der Gravidität waren im Zervixbereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns einzelne Plazentome sonographisch darstellbar. Sie waren zwischen 1.0 und 1.3 cm breit; der Mittelwert aller durchgeführten Messungen betrug 1.13 ± 0.13 cm. Über die gesamte Trächtigkeit waren regelmässig Vermessungen der Plazentome möglich. Die Zunahme der Breite von Plazentomen zeigte einen kontinuierlichen Verlauf. Eine letztmalige Vermessung erfolgte in der 43. Woche der Gravidität. Die minimale Breite lag zu diesem Trächtigkeitszeitpunkt bei 2.8 cm und die maximale Breite bei 5.9 cm (Abb. 62). Der Mittelwert aller Messungen in der 43. Woche der Gravidität betrug 4.68 ± 1.38 cm. Eine Korrelation zur Woche der Gravidität war erkennbar ($r = 0.674$; $P < 0.0001$). Ausserdem beeinflusste das Alter der Kühe

signifikant die Breite der Plazentome an dieser Lokalisation des Uterushorns ($P < 0.001$). Bei älteren Kühen war die Breite von Plazentomen geringgradig kleiner ($y = 0.94 + 0.09 x - 0.05$ [Alter in Jahren]).

6.2.3.5.2.2 Breite der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

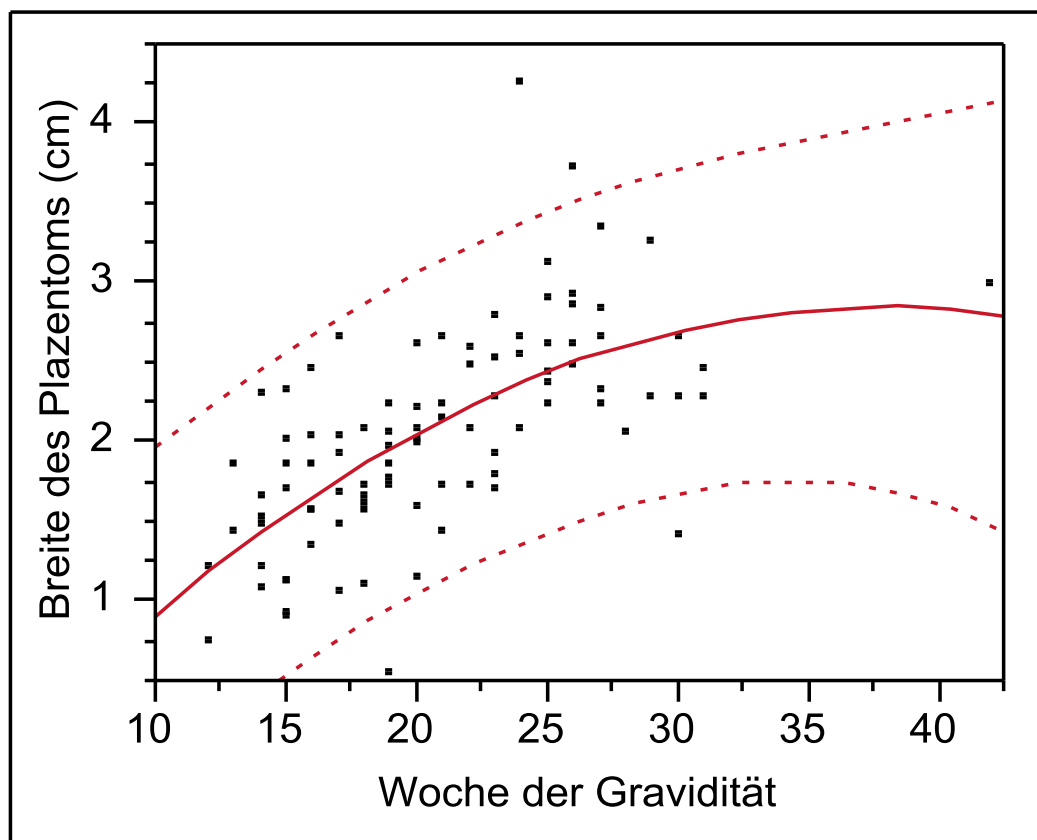


Abb. 63 Breite von Plazentomen in cm im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 42. Woche der Gravidität.
 $y_{(w12-w42)} = 0.3441716 + 0.0853892 x - 0.0025062 (x - 20.7979)^2$
 $r = 0.648$
 $n = 94$

Im zervixnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns war die Vermessung der Breite einzelner Plazentome 3 Wochen später möglich als im fruchttragenden Uterushorn. Zudem waren weitaus weniger Plazentome vorhanden. Die Darstellung von Plazentomen war zuverlässig nur bis zur 31. Woche der Gravidität möglich, weil zum späteren Zeitpunkt der Trächtigkeit das nicht-gravide Uterushorn durch das grosse fruchttragende Uterushorn nach ventral verlagert wurde. Eine einzige Messung ergab sich in der 42. Woche der Gravidität. Zwischen der 12. und 31. Woche der Trächtigkeit stieg die Breite der Plazentome kontinuierlich. In der 12. Woche betrug der minimale Wert für die Breite eines Plazentoms 0.50 cm und

der maximale Wert 1.25 cm. In der 31. Trächtigungswoche lag die Breite der Plazentome zwischen 2.3 und 2.5 cm. Die letztmalige Vermessung in der 42. Woche der Gravidität ergab eine Breite von 3.0 cm (Abb. 63). Eine Korrelation zwischen dem Stadium der Trächtigkeit und der Breite der Plazentome war vorhanden ($r = 0.648$; $P < 0.0001$). Es bestand ein signifikanter Unterschied zwischen der durchschnittlichen Breite von Plazentomen im Zervixbereich des graviden respektive des nicht-graviden Uterushorn mit 2.74 cm bzw. 1.99 cm ($P < 0.0001$).

6.2.3.5.2.3 Breite der Plazentome des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

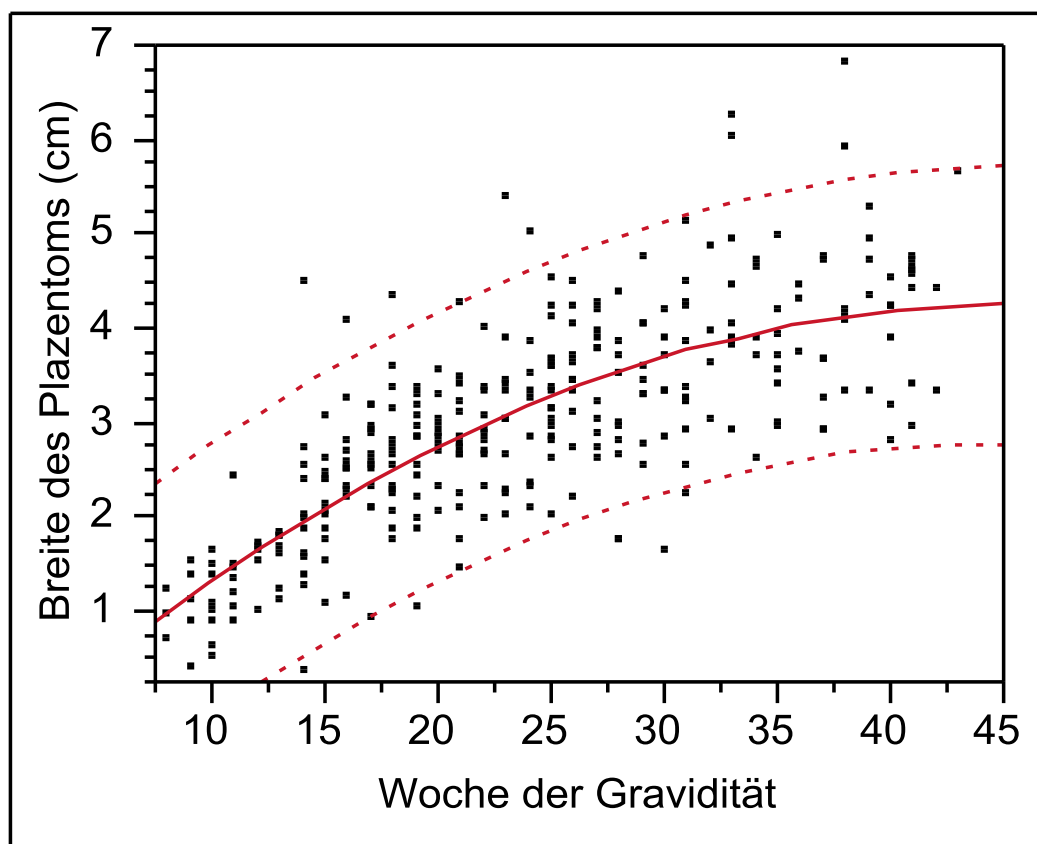


Abb. 64 Breite von Plazentomen in cm im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w43)} = 0.7715699 + 0.1002866 x - 0.0023179 (x - 23.8803)^2$$

$$r = 0.763$$

$$n = 309$$

Im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns konnten bereits in der 8. Woche der Gravidität Plazentome sonographisch dargestellt und ihre Breite vermessen werden. In der 8. Trächtigungswoche betrug die minimale Breite eines vermessenen Plazentoms 0.75 cm, die maximale Breite 1.25 cm und der Mittelwert der drei Messungen 0.96 ± 0.26 cm. Die Zunahme der Breite der Plazentome verlief bis etwa zur 26. Woche der Gravidität kontinu-

ierlich, zeigte bis zur 35. Trächtigkeitswoche ein deutlich verlangsamtes Wachstum und stagnierte anschliessend weitgehend bis zur Geburt. In der 26. Woche der Gravidität betrug der Mittelwert aller durchgeführten Messungen 3.48 ± 0.65 cm und in der 35. Woche der Gravidität 3.71 ± 0.62 cm. Der Mittelwert aller Messungen in der 40. Gestationswoche lag bei 3.81 ± 0.67 cm. In der 42. Trächtigkeitswoche betrug die Breite eines vermessenen Plazentoms 3.30 cm und die Breite des zweiten messbaren Plazentoms 4.40 cm. Vereinzelt wiesen Plazentome in der Spätträchtigkeit eine Breite von über 5 cm auf und konnten in seltenen Fällen eine Breite von fast 7 cm erreichen (Abb. 64). Eine enge Korrelation zum Gestationsalter war festzustellen ($r = 0.763$; $P < 0.0001$).

6.2.3.5.2.4 Breite der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

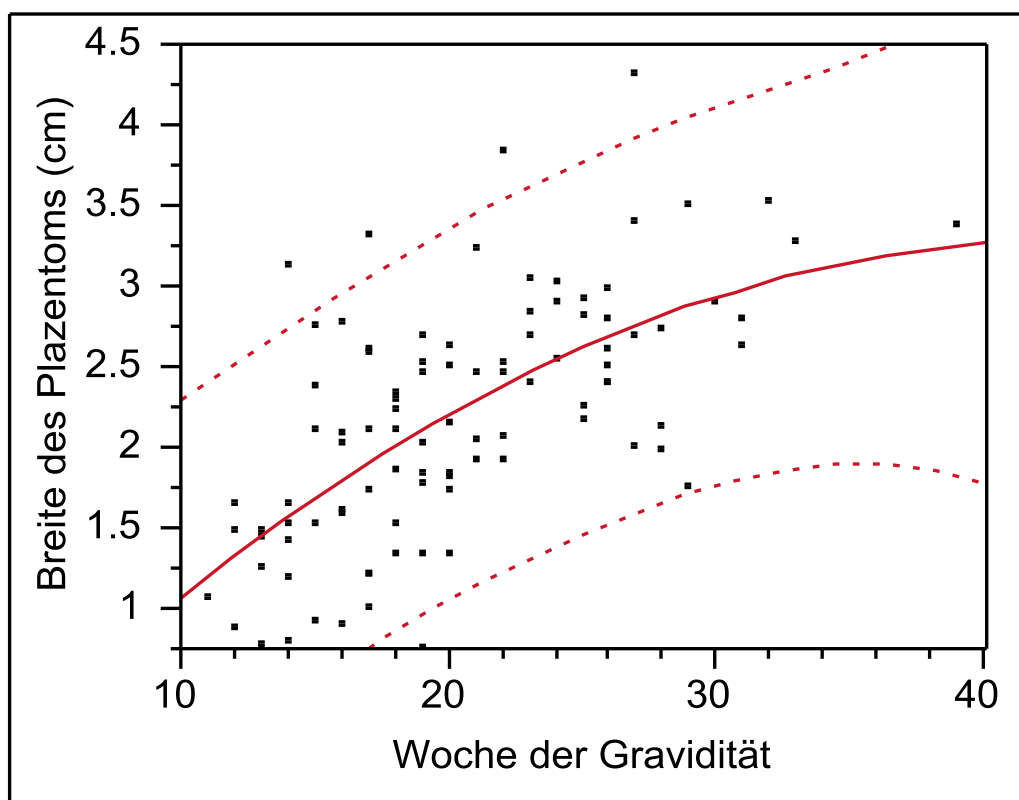


Abb. 65 Breite der Plazentome in cm im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 11. und 39. Woche der Gravidität.

$$y_{(w11-w39)} = 0.3123285 + 0.0953221 x - 0.002165 (x - 20.1724)^2$$

 $r = 0.643$
 $n = 96$

Die Vermessung der Breite von Plazentomen im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns war ab der 11. Woche der Gravidität möglich und aufgrund der begrenzten Erreichbarkeit mit der Ultraschallsonde in der fortgeschrittenen Gravidität

erheblich eingeschränkt. Messungen über die 29. Trächtigkeitswoche hinaus erfolgten nur noch selten. In der 11. Trächtigkeitswoche betrug die Breite eines vermessenen Plazentoms 1.10 cm, in der 29. Woche der Gravidität hatten die Plazentome eine Breite von 1.75 cm und 3.50 cm. Bei einer letztmaligen Vermessung in der 39. Trächtigkeitswoche betrug die Breite 3.45 cm. Die Breite von Plazentomen nahm in den ersten Wochen der Trächtigkeit bis etwa zur 29. Woche kontinuierlich zu und stagnierte weitgehend ab diesem Zeitpunkt bis zur Geburt (Abb. 65). Allerdings basierte der Verlauf der Breitenzunahme ab der 29. Woche der Gravidität auf Einzelwerte. Es bestand eine Korrelation zum Trächtigkeitsstadium ($r = 0.643$; $P < 0.0001$). Das Alter der Kühe hatte einen signifikanten Einfluss auf die Breite der Plazentome an dieser Lokalisation des nicht-graviden Uterushorns ($P \leq 0.05$). Bei älteren Kühen war die Breite von Plazentomen geringgradig kleiner ($y = 0.64 + 0.09 x - 0.04$ [Alter in Jahren]). Im Bereich des Corpus uteri unterschied sich die durchschnittliche Breite der Plazentome signifikant im graviden gegenüber im nicht-graviden Uterushorn mit 2.67 cm respektive 2.17 cm ($P < 0.01$).

6.2.3.5.2.5 Breite der Plazentome des graviden Uterushorns

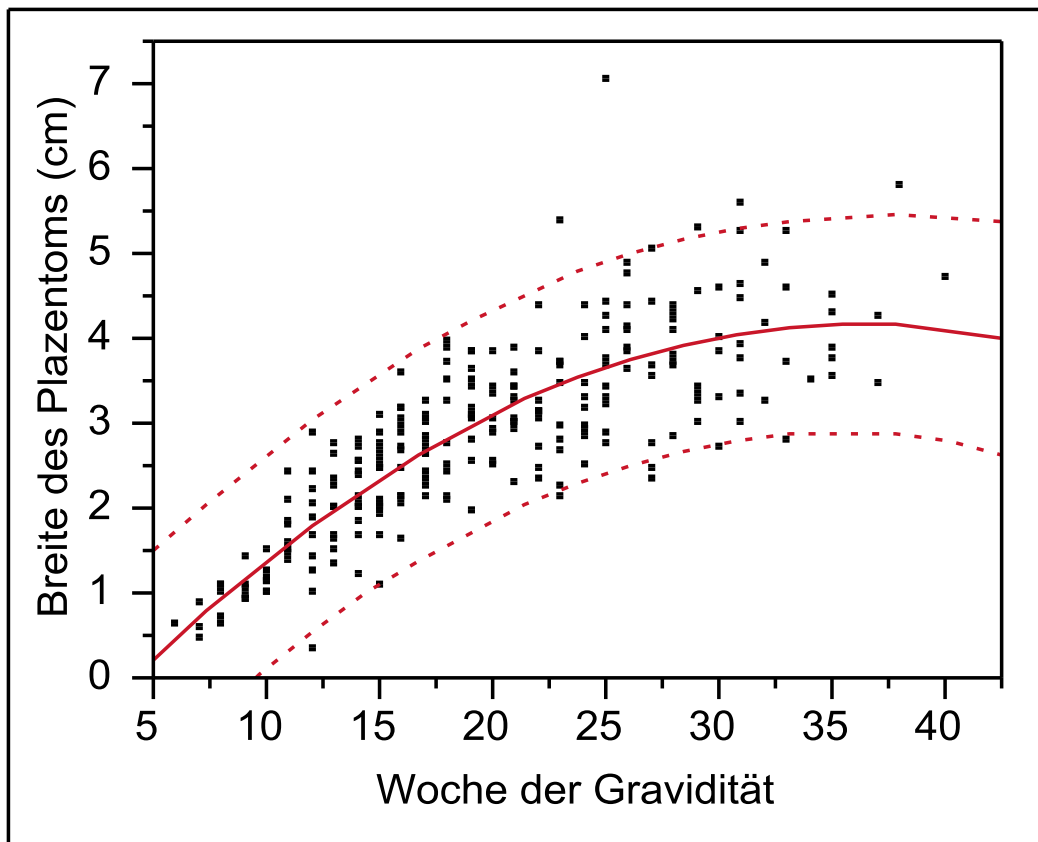


Abb. 66 Breite von Plazentomen in cm des graviden Uterushorns zwischen der 6. und 40. Woche der Gravidität.

$$y_{(w6-w40)} = 0.452421 + 0.1322345 x - 0.004061 (x - 19.9482)^2$$

$$r = 0.831$$

$$n = 250$$

Bereits in der 6. Woche der Gravidität war das sonographische Darstellen von Plazentomen in der Hornmitte des fruchttragenden Uterushorns möglich. Zu diesem frühen Zeitpunkt der Gravidität betrug die Breite eines vermessenen Plazentoms 0.60 cm. In der 9. Trächtigkeitswoche lag der Mittelwert aller durchgeführten Messungen bei 1.03 ± 0.17 cm. Die Breite der Plazentome nahm im weiteren Trächtigkeitsverlauf rasch zu und zeigte ein stetiges Wachstum bis etwa zur 27. Woche der Gravidität. Der Mittelwert aller Messungen erreichte in der 27. Trächtigkeitswoche einen Wert von 3.49 ± 0.96 cm. Danach war eine geringgradige Zunahme der Breite bis zur 31. Woche der Gravidität mit einer mittleren Breite von 4.24 ± 0.90 cm erkennbar. Ab der 31. Gestationswoche bis zur Geburt fand kein nennenswertes Breitenwachstum statt. Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 35. Woche der Gravidität betrug 3.99 ± 0.39 cm. Eine letztmalige Vermessung der Breite eines Plazentoms in der 40.

Trächtigkeitswoche ergab einen Wert von 4.70 cm. Die Messergebnisse zeigten in den ersten Wochen der Gravidität auffällig geringe Abweichungen untereinander, jedoch nahm die Streuung der Werte ab der 27. Trächtigkeitswoche zu (Abb. 66). Eine sehr enge Korrelation zum Gestationsalter war eindeutig erkennbar ($r = 0.831$; $P < 0.0001$).

6.2.3.5.2.6 Breite der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns

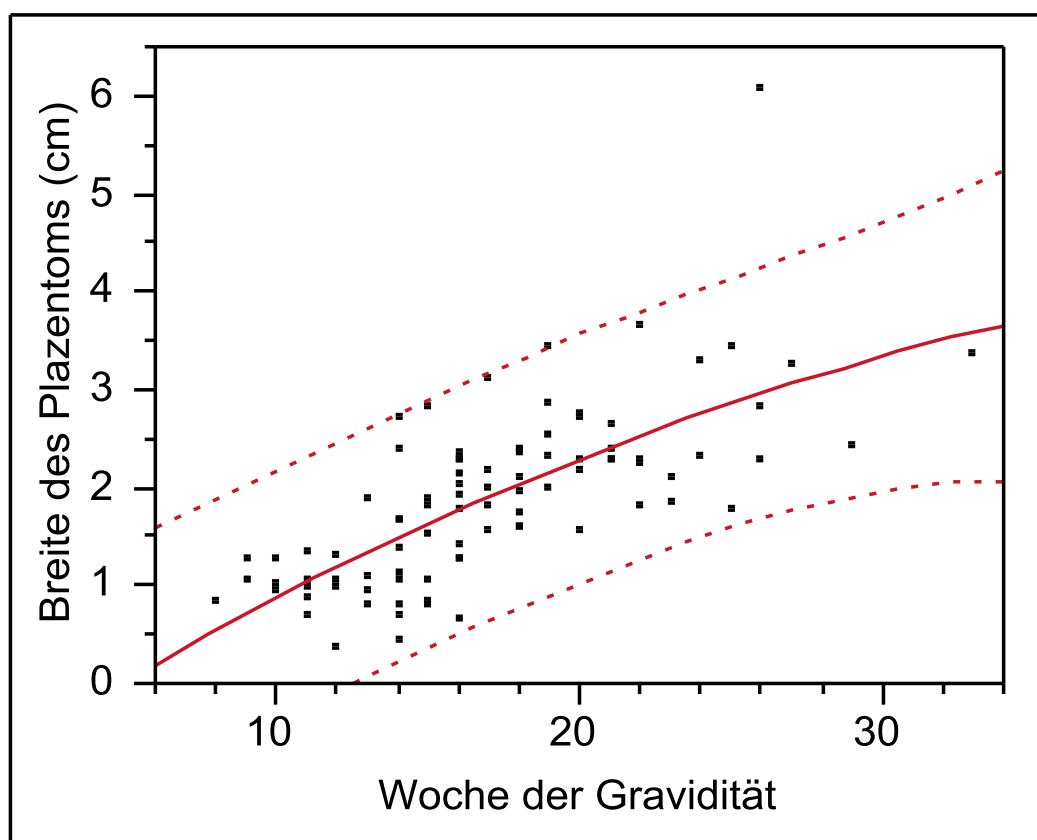


Abb. 67 Breite von Plazentomen in cm des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 8. und 33. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w33)} = -0.385222 + 0.134742 x - 0.001884 (x - 17.011)^2$$

$$r = 0.710$$

$$n = 90$$

In der Hornmitte des nicht-fruchttragenden Uterushorns war das sonographische Darstellen von Plazentomen zum einen durch ihre wesentlich geringere Anzahl und zum anderen aufgrund der stark eingeschränkten Erreichbarkeit insbesondere in der fortgeschrittenen Gravidität erheblich erschwert. Daher fanden die Vermessungen der Plazentome im Vergleich zum fruchttragenden Uterushorn unregelmässig statt. Ab der 8. Woche der Gravidität konnten Messungen der Breite von Plazentomen durchgeführt werden. Eine letztmalige Messung war in der 33. Graviditätswoche möglich. Die Breite von Plazentomen wuchs von 0.80 cm in der 8. Trächtigkeitswoche auf

3.40 cm in der 33. Graviditätswoche an (Abb. 67). Die Breite von Plazentomen zeigte ein kontinuierliches Wachstum und besass eine enge Beziehung zur Woche der Gravidität ($r = 0.710$; $P < 0.0001$). Im Hornbereich bestand ein signifikanter Unterschied zwischen der durchschnittlichen Breite von Plazentomen im fruchttragenden respektive im nicht-fruchttragenden Uterushorn mit durchschnittlich 2.77 cm bzw. 2.19 cm ($P < 0.01$).

6.2.3.5.2.7 Breite der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

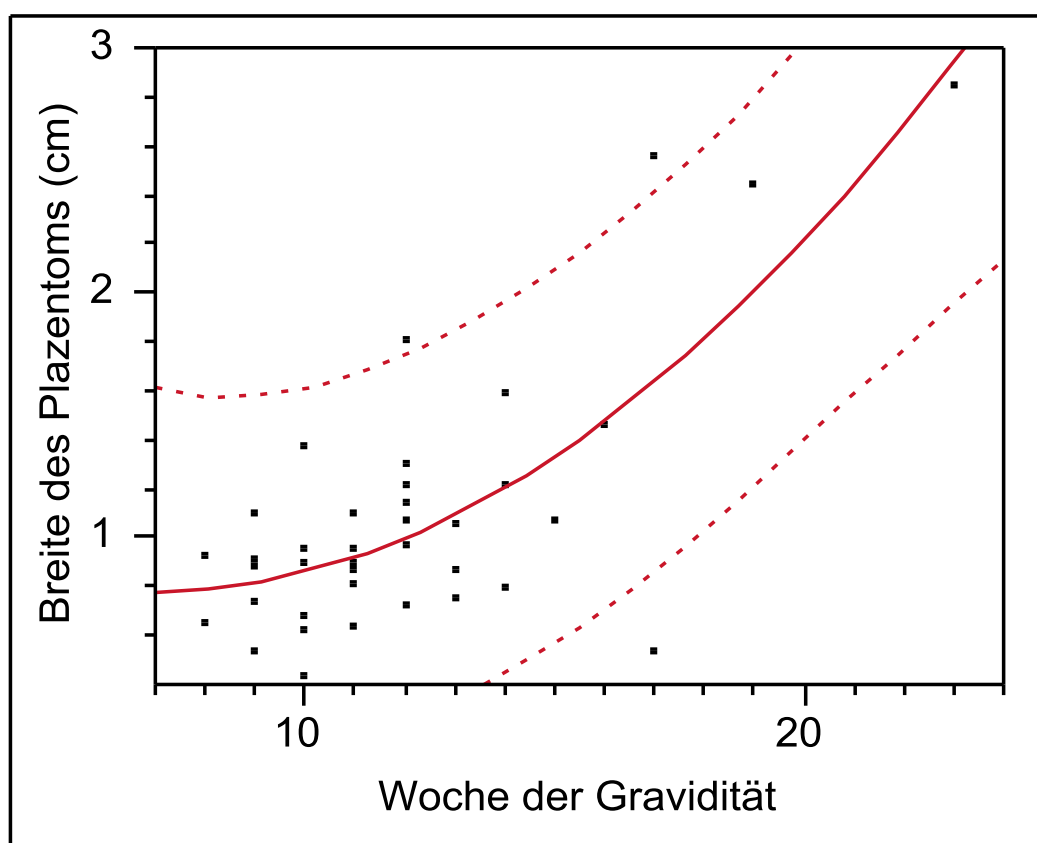


Abb. 68 Breite von Plazentomen in cm des graviden Uterushorns im Bereich der Hornspitze zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität.
 $y_{(w8-w23)} = -0.049846 + 0.087355 x + 0.0082538 (x - 12.0789)^2$
 $r = 0.758$
 $n = 38$

Im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns waren Messungen ab der 8. bis zur 14. Woche der Gravidität regelmässig möglich. Ab der 14. Trächtigkeitswoche konnten aufgrund der zunehmenden Verlagerung der Uterushornspitze in die Bauchhöhle nur vereinzelt Messungen durchgeführt werden. Die letztmalige Vermessung erfolgte in der 23. Woche der Gravidität. In der 8. Woche der Gravidität lag die Breite zwischen 0.70 cm und 0.90 cm. Die

Breite der Plazentome nahm im untersuchten Zeitraum der Frühgravidität kontinuierlich zu. Das zuletzt vermessene Plazentom in der 23. Woche der Gravidität war 2.90 cm breit (Abb. 68). Eine enge Korrelation zum Stadium der Trächtigkeit war erkennbar ($r = 0.758$; $P < 0.0019$).

6.2.3.5.2.8 Breite der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

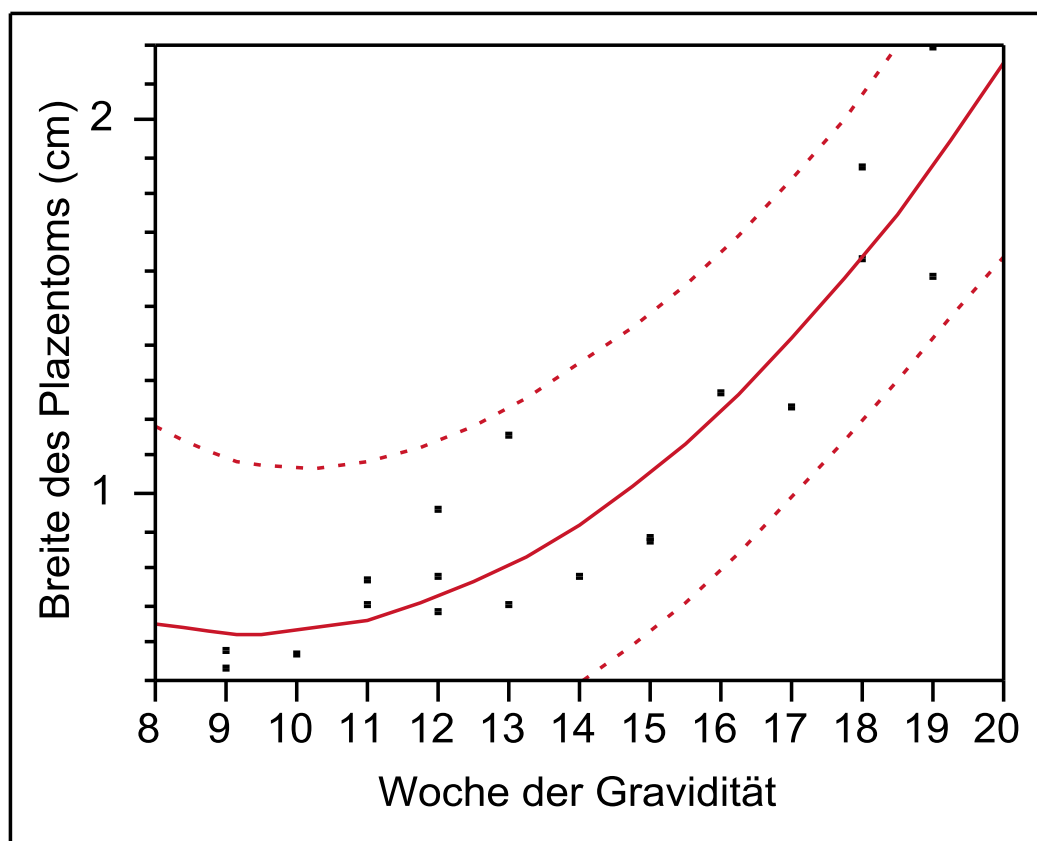


Abb. 69 Breite von Plazentomen in cm des nicht-graviden Uterushorns im Bereich der Hornspitze zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w19)} = -0.773187 + 0.1207706 x + 0.0133635 (x - 13.8421)^2$$

$$r = 0.926$$

$$n = 19$$

Im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns waren zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität vereinzelte Messungen der Breite von Plazentomen möglich. Die Anzahl sonographisch auffindbarer Plazentome war geringer als im fruchttragenden Uterushorn. In der 9. Trächtigkeitswoche lag die gemessene Breite zwischen 0.50 und 0.60 cm, in der 19. Graviditätswoche betrug die Breite 1.60 cm und 2.20 cm (Abb. 69). Die Zunahme der Breite von Plazentomen verlief zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität kontinuierlich und besass eine sehr enge Korrelation zum Gestationsalter ($r = 0.926$; $P < 0.0001$). Ausserdem hatte das Alter der Kühe einen signifikanten Einfluss auf die Breite der Plazentome im Bereich der

Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns ($P < 0.001$). Bei älteren Kühen waren die Plazentome geringgradig breiter ($y = -0.62 + 0.09 x + 0.08 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.6 Vermessung der Karunkelstiele

6.2.3.6.1 Länge der Karunkelstiele

6.2.3.6.1.1 Länge der Karunkelstiele im graviden Uterushorn nahe der Zervix uteri

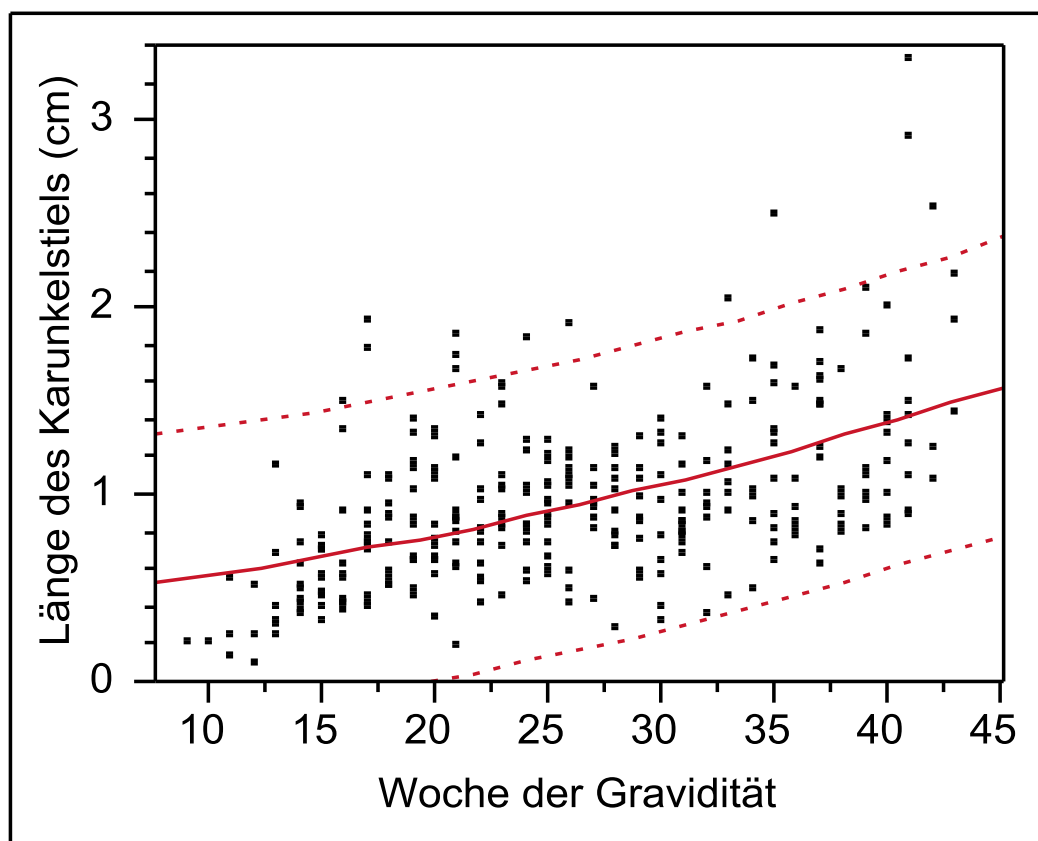


Abb. 70 Länge des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w43)} = 0.2106289 + 0.0278475 x + 0.0003006 (x - 26.1883)^2$$

$$r = 0.523$$

$$n = 308$$

Die zuverlässige Darstellung des Karunkelstiels innerhalb eines Plazentoms mit Hilfe des Ultraschalls war einerseits von der Abbildungsebene der Plazentome abhängig und andererseits gestaltete sich insbesondere in der Frühgravidität das Erkennen des Karunkelstiels innerhalb des kleinen Plazentoms als schwierig. Der Karunkelstiel innerhalb eines Plazentoms liess sich vereinzelt in der 9. und 10. Graviditätswoche sonographisch darstellen und hatte zu diesem

frühen Zeitpunkt der Gravidität eine Länge von 0.20 cm. Die Vermessung der Länge des Karunkelstiels innerhalb von Plazentomen war anschliessend die gesamte Trächtigkeit über bis zur Geburt regelmässig möglich. Die Länge der Karunkelstiele nahm kontinuierlich zu. In der 43. Woche der Gravidität betrug die minimale Länge 1.40 cm und die maximale Länge 2.20 cm (Abb. 70). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 43. Trächtigkeitswoche betrug 1.85 ± 0.37 cm. Eine Beziehung zur Woche der Gravidität war statistisch zu sichern ($r = 0.523$; $P < 0.0001$).

6.2.3.6.1.2 Länge der Karunkelstiele im nicht-graviden Uterushorn nahe der Zervix uteri

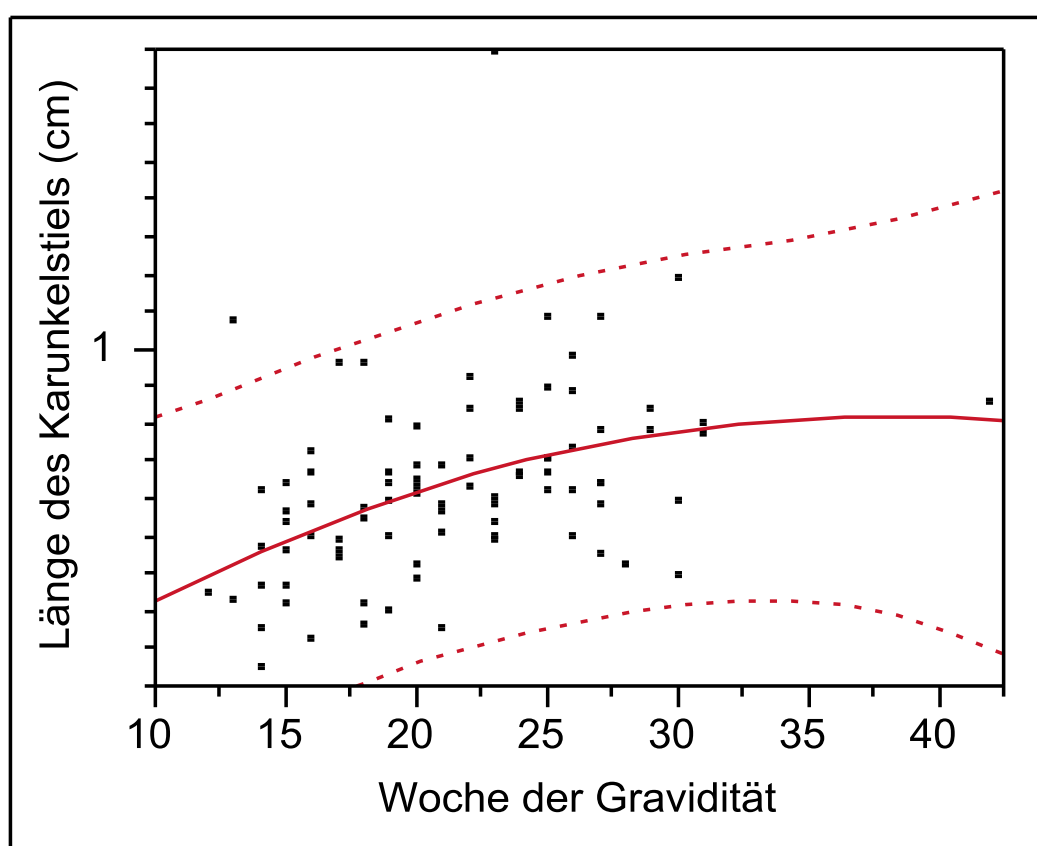


Abb. 71 Länge des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 42. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w42)} = 0.1933243 + 0.0211762 x - 0.000643 (x - 21.2989)^2$$

$$r = 0.428$$

$$n = 87$$

Im zervixnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns ergab die erstmalige Vermessung der Länge des Karunkelstiels in der 12. Woche der Gravidität einen Wert von 0.35 cm. Die Länge des Karunkelstiels innerhalb von Plazentomen zeigte ein langsames,

kontinuierliches Wachstum bis zur 26. Trächtigkeitswoche (Abb. 71). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 26. Woche der Gravidität betrug 0.74 ± 0.19 cm. Ab der 26. Trächtigkeitswoche war kein Längenwachstum der Karunkelstiele mehr erkennbar. In der 30. Woche der Gravidität betrug die minimale Länge 0.40 cm und die maximale Länge 1.20 cm; der Mittelwert aller drei durchgeführten Messungen in dieser Trächtigkeitswoche lag bei 0.72 ± 0.42 cm. Die mittlere Länge der Karunkelstiele lag in der 31. Gestationswoche bei 0.78 ± 0.02 cm.

Ab der 31. Woche der Gravidität konnten keine zuverlässigen Messungen mehr durchgeführt werden. Die letztmalige Messung der Länge eines Karunkelstiels in der 42. Woche der Gravidität ergab einen Messwert von 0.85 cm. Eine schwache Korrelation zum Stadium der Trächtigkeit war festzustellen ($r = 0.428$; $P < 0.0001$). Es bestand ein signifikanter Unterschied zwischen der mittleren Länge der Karunkelstiele im Zervixbereich des graviden respektive des nicht-graviden Uterushorn mit durchschnittlich 0.83 bzw. 0.62 cm ($P \leq 0.01$).

6.2.3.6.1.3 Länge der Karunkelstiele im graviden Uterushorn nahe des Corpus uteri

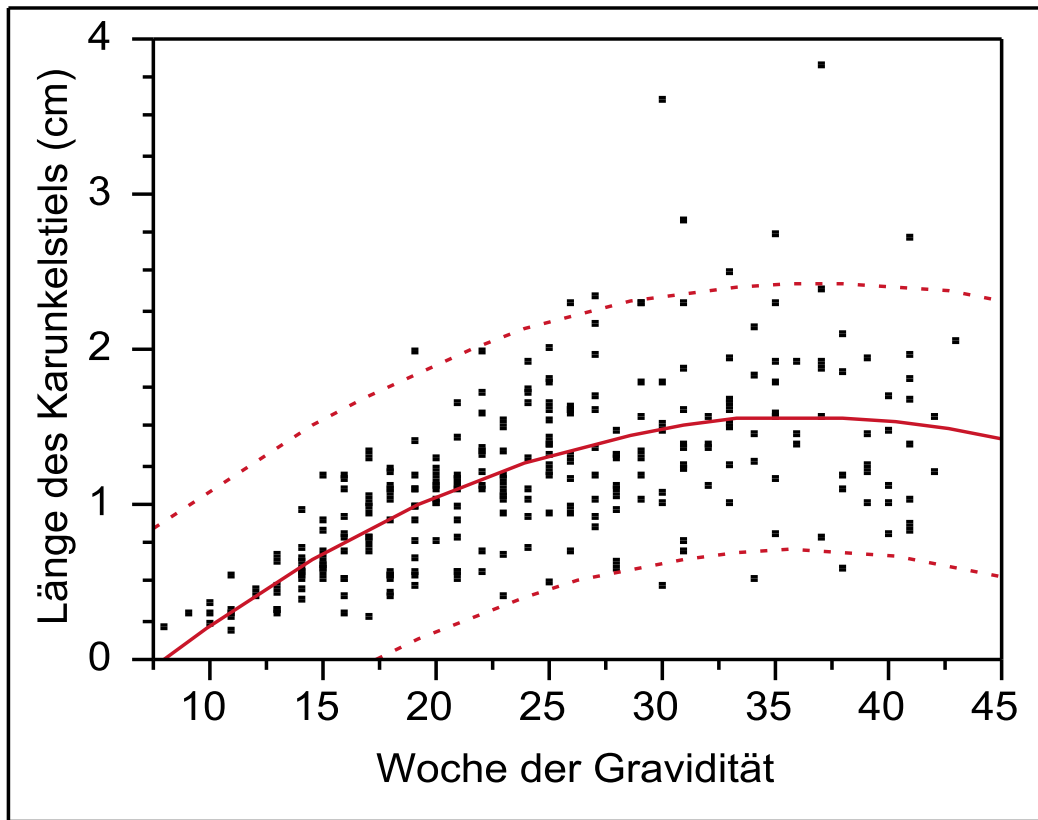


Abb. 72 Länge des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w43)} = 0.1752735 + 0.0454785 x - 0.0019235 (x - 24.6214)^2$$

$r = 0.645$
 $n = 282$

Die sonographische Darstellung des Karunkelstiels innerhalb von Plazentomen im korpusnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns war vereinzelt in der 8. und 9. Trächtigkeitswoche möglich, wobei die gemessene Länge zwischen 0.25 und 0.30 cm lag. Ab der 10. Graviditätswoche gelang das Abbilden der Karunkelstiele regelmässig. Die Länge der Karunkelstiele nahm zunächst bis etwa zur 27. Woche der Gravidität kontinuierlich zu und zeigte danach bis zur Geburt kein nennenswertes Wachstum auf (Abb. 72). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 27. Gestationswoche betrug 1.50 ± 0.53 cm. In der 30. Trächtigkeitswoche betrug die minimale Länge 0.50 cm und die maximale Länge 3.60 cm. Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in dieser Woche der Gravidität lag bei 1.55 ± 1.0 cm und derjenige in der 41. Woche der Gravidität bei 1.52 ± 0.64 cm. Eine Korrelation zur Woche der Gravidität war zu beobachten ($r = 0.645$; $P < 0.0001$).

6.2.3.6.1.4 Länge der Karunkelstiele im nicht-graviden Uterushorn nahe des Corpus uteri

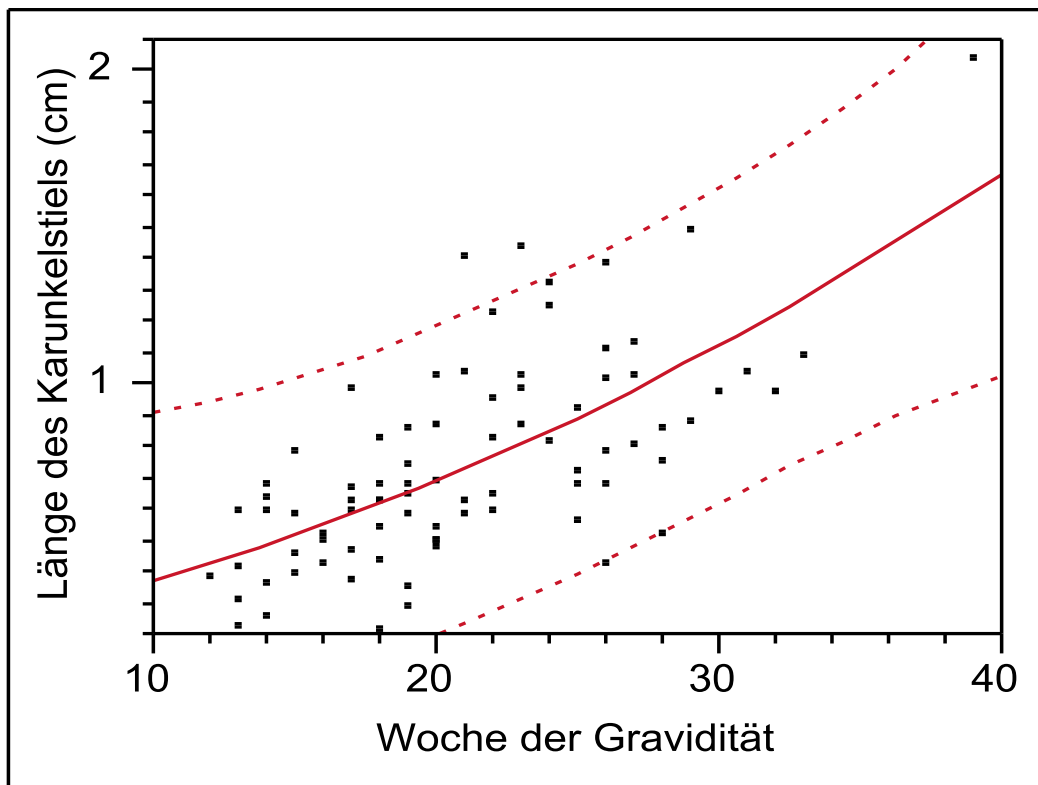


Abb. 73 Länge des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 39. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w39)} = -0.09016 + 0.0388461 x + 0.0005758 (x - 21.0241)^2$$

$$r = 0.673$$

$$n = 82$$

Die Vermessung der Länge der Karunkelstiele im korpusnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns war regelmässig ab der 12. Woche der Gravidität möglich. Von der 28. bis zur 33. Trächtigkeitswoche konnten nur vereinzelte Messungen durchgeführt werden. Anschliessend gestaltete sich aufgrund der Verlagerung des nicht-graviden Uterushorns nach ventral die zuverlässige Darstellung von Plazentomen einschliesslich ihrer Karunkelstiele als äusserst schwierig. Eine letztmalige Messung der Länge des Karunkelstiels war in der 39. Woche der Gravidität möglich. Die erstmalige Messung der Länge in der 12. Graviditätswoche ergab einen Wert von 0.40 cm, die letztmalige Messung in der 39. Woche wies eine Länge von 2.05 cm auf. Die Zunahme der Länge der Karunkelstiele zeigte zwischen der 12. und 34. Woche der Gravidität einen kontinuierlichen Verlauf (Abb. 73) und eine Korrelation zum Gestationsalter war statistisch zu sichern ($r = 0.673$; $P < 0.0001$).

6.2.3.6.1.5 Länge der Karunkelstiele im graviden Uterushorn

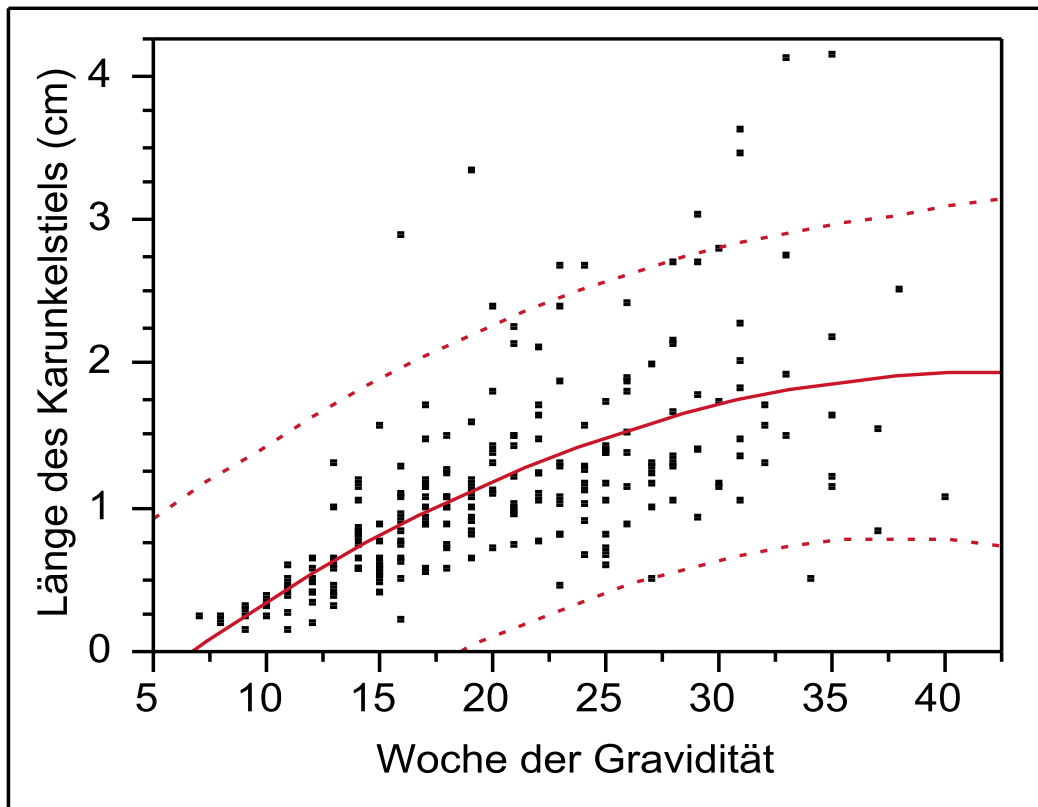


Abb. 74 Länge des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im graviden Uterushorn zwischen der 7. und 40. Woche der Gravidität.
 $y_{(w7-w40)} = -0.148863 + 0.066702 x - 0.0015694 (x - 20.6009)^2$
 $r = 0.638$
 $n = 234$

Im fruchttragenden Uterushorn konnten vereinzelte Messungen der Länge des Karunkelstiels innerhalb von Plazentomen bereits in der 7. und 8. Woche der Gravidität durchgeführt werden. Anschliessend war die regelmässige sonographische Darstellung der Karunkelstiele bis kurz vor der Geburt möglich. Allerdings war in der Späträchtigkeit die Abbildung des Hornbereichs einschliesslich seiner Plazentome durch das Absinken des fruchttragenden Uterushorns in die Bauchhöhle erheblich erschwert und daher ab der 32. Woche der Gravidität eher unregelmässig möglich. Die Zunahme der Länge der Karunkelstiele verlief zwischen der 7. und etwa der 28. Trächtigkeitswoche kontinuierlich. Anschliessend war bis zur Geburt kein bedeutendes Wachstum der Länge mehr zu verzeichnen (Abb. 74). Die Länge stieg von 0.25 cm in der 7. Graviditätswoche auf durchschnittlich 1.71 ± 0.56 cm in der 28. Woche der Gravidität an. In der 35. Gestationswoche betrug der Mittelwert aller durchgeführten Messungen 2.05 ± 1.24 cm. Es bestand eine Korrelation zur Woche der Gravidität ($r = 0.638$; $P < 0.0001$).

6.2.3.6.1.6 Länge der Karunkelstiele im nicht-graviden Uterushorn

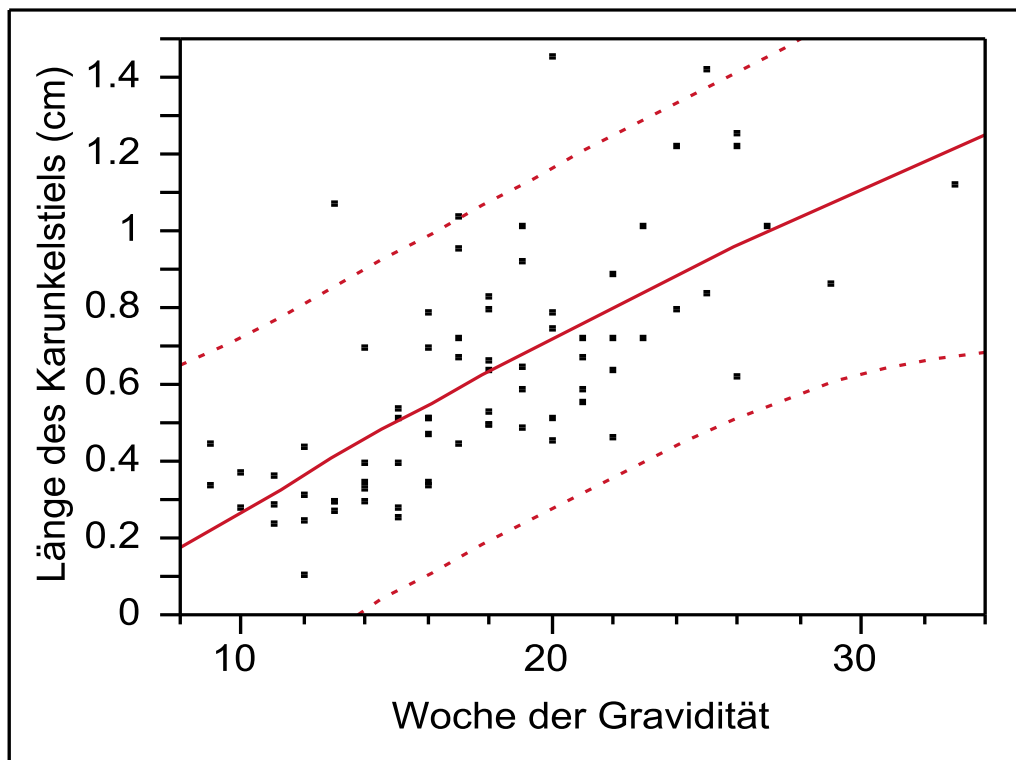


Abb. 75 Länge des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im nicht-graviden Uterushorn zwischen der 9. und 33. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w33)} = -0.223191 + 0.0474697 x - 0.0007244 (x - 18.1408)^2$$

 $r = 0.697$
 $n = 75$

Im nicht-fruchttragenden Uterushorn konnten ab der 9. Woche der Gravidität Plazentome mit ihren Karunkelstiele sonographisch dargestellt werden. Zu diesem frühen Zeitpunkt der Trächtigkeit wies der vermessene Karunkelstiel eine Länge von 0.35 cm auf. In der fortgeschrittenen Gravidität war die Abbildung des nicht-graviden Uterushorn aufgrund seines Absinkens nach ventral erheblich eingeschränkt. Eine letztmalige Vermessung erfolgte in der 33. Woche der Gravidität mit einer Länge von 1.10 cm. Die Länge der Karunkelstiele nahm stetig zu (Abb. 75). Sie besaß zwischen der 9. und 33. Woche der Gravidität eine signifikante Beziehung zum Trächtigkeitsstadium ($r = 0.697$; $P < 0.0001$). Es bestand ein signifikanter Unterschied zwischen der durchschnittlichen Länge der Karunkelstiele im fruchttragenden respektive im nicht-fruchttragenden Uterushorn mit durchschnittlich 1.01 bzw. 0.65 cm ($P < 0.001$).

6.2.3.6.1.7 Länge der Karunkelstiele im graviden Uterushorn nahe der Hornspitze

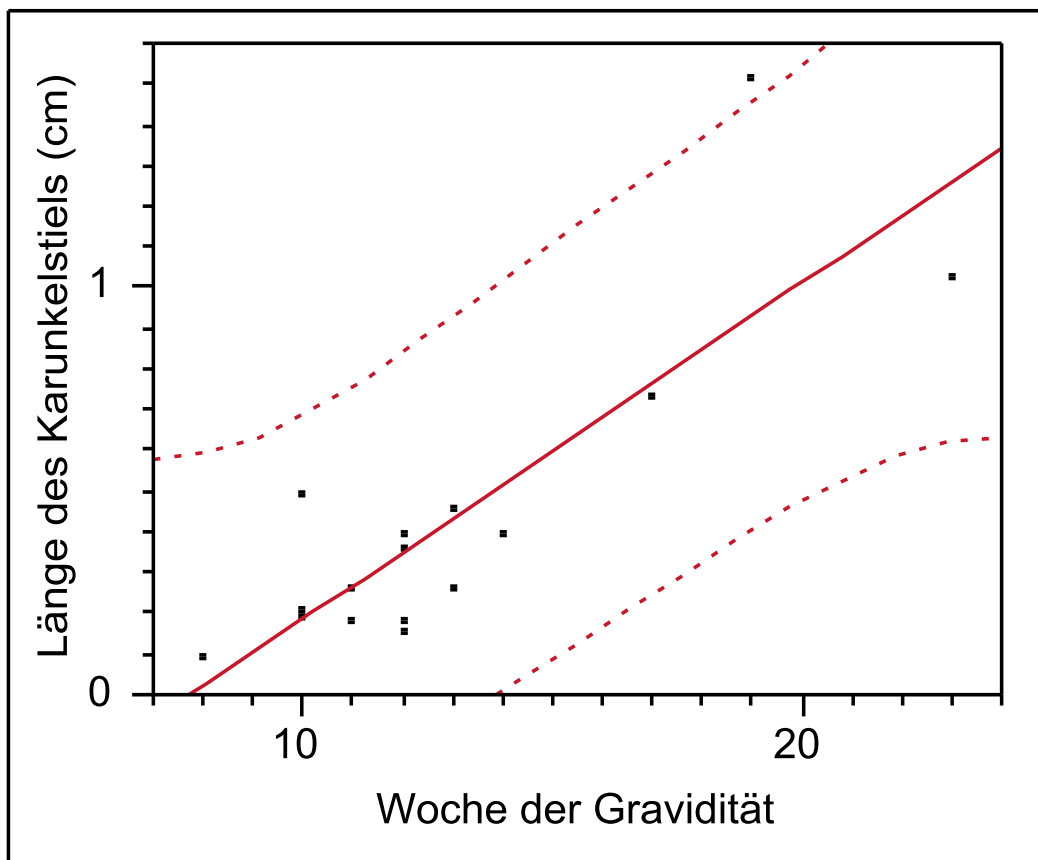


Abb. 76 Länge des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w23)} = -0.639865 + 0.0824716 x + 5.1685e-5 (x - 12.9375)^2$$

$$r = 0.840$$

$$n = 16$$

Zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität waren im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns bei einzelnen Plazentomen Karunkelstiele darstellbar. Die erstmalige Vermessung in der 8. Trächtigkeitswoche ergab eine Länge von 0.10 cm, die letztmalige Messung der Länge in der 23. Woche der Gravidität ergab einen Wert von 1.00 cm. Danach waren aufgrund der Verlagerung der Uterushornspitze in Richtung Bauchhöhle keine weiteren Messungen mehr möglich. Die Zunahme der Länge der Karunkelstiele zeigte einen kontinuierlichen Verlauf (Abb. 76) und eine sehr enge Korrelation zur Dauer der Gravidität ($r = 0.840$; $P < 0.01$). Jedoch beruhte die Zunahme der Länge des Karunkelstiels zwischen der 14. und 23. Trächtigkeitswoche auf Einzelwerte. Das Alter der Kühe hatte einen signifikanten Einfluss auf den untersuchten Parameter im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns ($P < 0.01$). Bei

älteren Kühen war die Länge der Karunkelstiele geringgradig grösser ($y = -0.66 + 0.06 x + 0.05$ [Alter in Jahren]).

6.2.3.6.1.8 Länge der Karunkelstiele im nicht-graviden Uterushorn nahe der Hornspitze

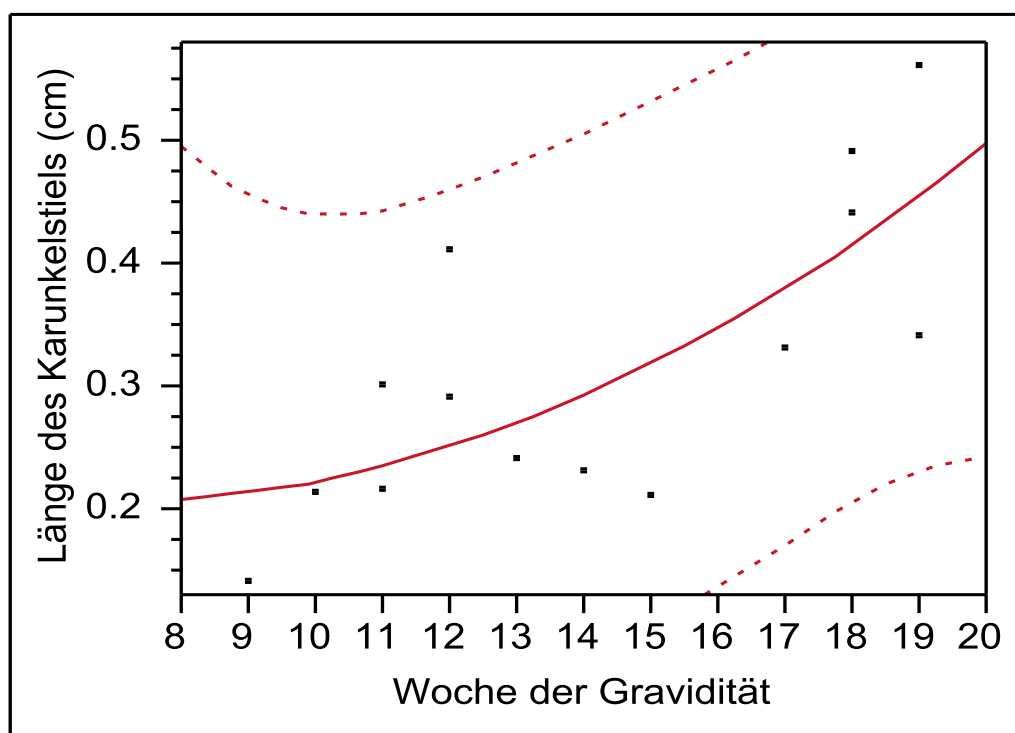


Abb. 77 Länge des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im Bereich der Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w19)} = -0.051414 + 0.0245694 x + 0.0016491 (x - 14.1429)^2$$

$$r = 0.742$$

$$n = 14$$

Einzelne Messungen der Länge des Karunkelstiels innerhalb von Plazentomen waren im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität möglich. In der 9. Trächtigkeitswoche hatte die vermessene Länge eines Karunkelstiels einen Wert von 0.15 cm. Die Länge der Karunkelstiele nahm bis zur letzten Messung in der 19. Woche der Gravidität kontinuierlich zu (Abb. 77). In der 19. Trächtigkeitswoche betrug die Länge 0.34 cm und 0.56 cm. Es bestand eine Korrelation zur Dauer der Trächtigkeit ($r = 0.742$; $P < 0.01$). Ausserdem war der Einfluss des Alters der Kühe auf die Länge der Karunkelstiele im Bereich der Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns schwach signifikant ($P = 0.05$). Bei älteren Kühen waren die Karunkelstiele geringgradig länger ($y = -0.12 + 0.02 x + 0.01$ [Alter in Jahren]).

6.2.3.6.2 Breite der Karunkelstiele

6.2.3.6.2.1 Breite der Karunkelstiele im graviden Uterushorn nahe der Zervix uteri

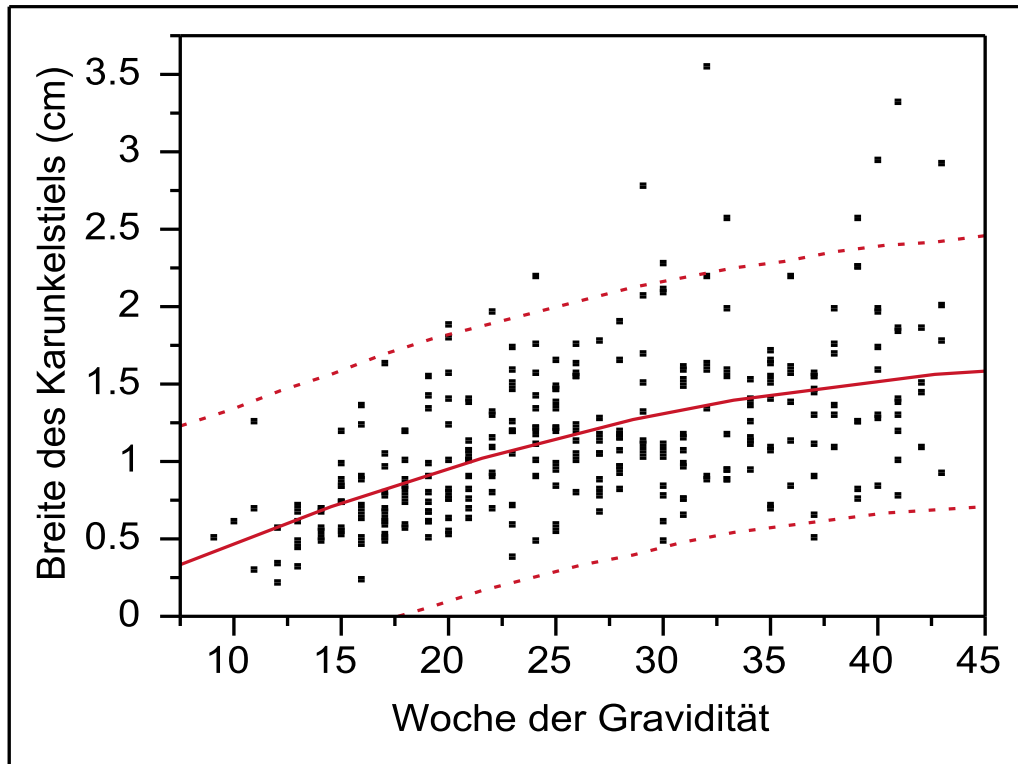


Abb. 78 Breite des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w43)} = 0.3193055 + 0.0331706 x - 0.0006605 (x - 26.2565)^2$$

$r = 0.543$
 $n = 308$

Vereinzelte Messungen der Breite von Karunkelstielen im zervixnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns gelangen bereits in der 9. und 10. Woche der Gravidität. In diesem frühen Trächtigkeitsstadium lag die Breite von Karunkelstielen zwischen 0.50 und 0.60 cm. Mit fortschreitender Gravidität nahm die Breite der Karunkelstiele zu. Regelmässige Messungen waren die gesamte Trächtigkeit hindurch bis zur Geburt möglich. Die Zunahme der Breite von Karunkelstielen verlief zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität kontinuierlich. In der 43. Trächtigkeitswoche betrug die minimale Breite 0.90 cm und die maximale Breite 2.90 cm (Abb. 78). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 43. Woche der Gestation betrug 1.90 ± 0.82 cm. Es bestand eine schwache Beziehung zur Woche der Gravidität ($r = 0.543$; $P < 0.0001$) und der untersuchte Parameter wurde signifikant vom Alter der Kühe beeinflusst ($P <$

0.01). Die Breite der Karunkelstiele war bei älteren Kühen geringgradig kleiner ($y = 0.42 + 0.03x - 0.02 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.6.2.2 Breite der Karunkelstiele im nicht-graviden Uterushorn nahe der Zervix uteri

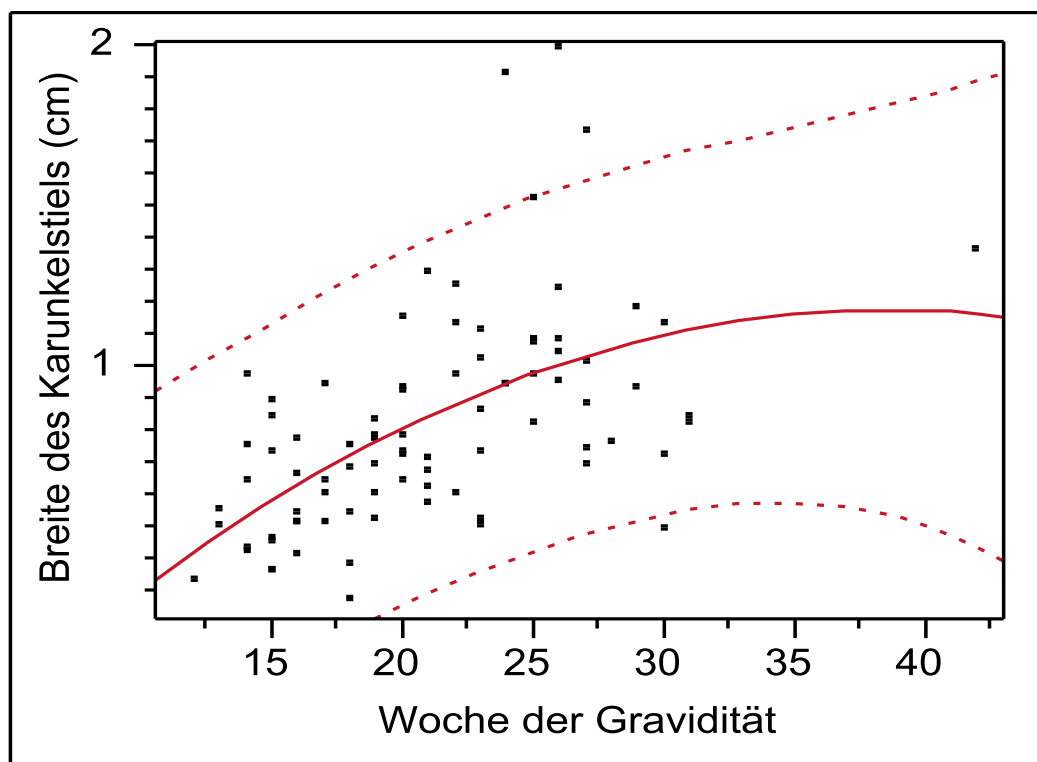


Abb. 79 Breite des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 42. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w42)} = 0.066245 + 0.0368366 x - 0.0010474 (x - 21.2273)^2$$

 $r = 0.563$
 $n = 87$

Im zervixnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns war die Vermessung der Breite des Karunkelstiels innerhalb von Plazentomen zwischen der 12. und 31. Woche regelmässig möglich. Danach konnte der Zervixbereich des nicht-graviden Uterushorns aufgrund seiner Verlagerung bzw. Verdrängung nach ventral nur noch einmal in der 42. Woche der Gravidität dargestellt werden. In der 12. Woche der Gravidität betrug die Breite eines vermessenen Karunkelstiels 0.33 cm. Die Breite der Karunkelstiele zeigte bis zur 30. Trächtigkeitswoche einen kontinuierlichen Verlauf. Der minimale Wert für die Breite in der 30. Graviditätswoche lag bei 0.49 cm, der maximale Wert bei 1.13 cm. Der Mittelwert aller drei Messungen in dieser Woche der Gravidität betrug 0.81 ± 0.32 cm. Die letztmalige Messung der Breite eines Karunkelstiels in der 42. Trächtigkeitswoche ergab einen Wert von 1.35 cm. (Abb. 79). Eine

Korrelation zum Trächtigkeitsstadium war erkennbar ($r = 0.563$; $P < 0.0001$). Es bestand im Zervixbereich ein signifikanter Unterschied zwischen der durchschnittlichen Breite der Karunkelstiele im graviden respektive im nicht-graviden Uterushorn mit im Mittel 1.10 bzw. 0.79 cm ($P < 0.001$).

6.2.3.6.2.3 Breite der Karunkelstiele im graviden Uterushorn nahe des Corpus uteri

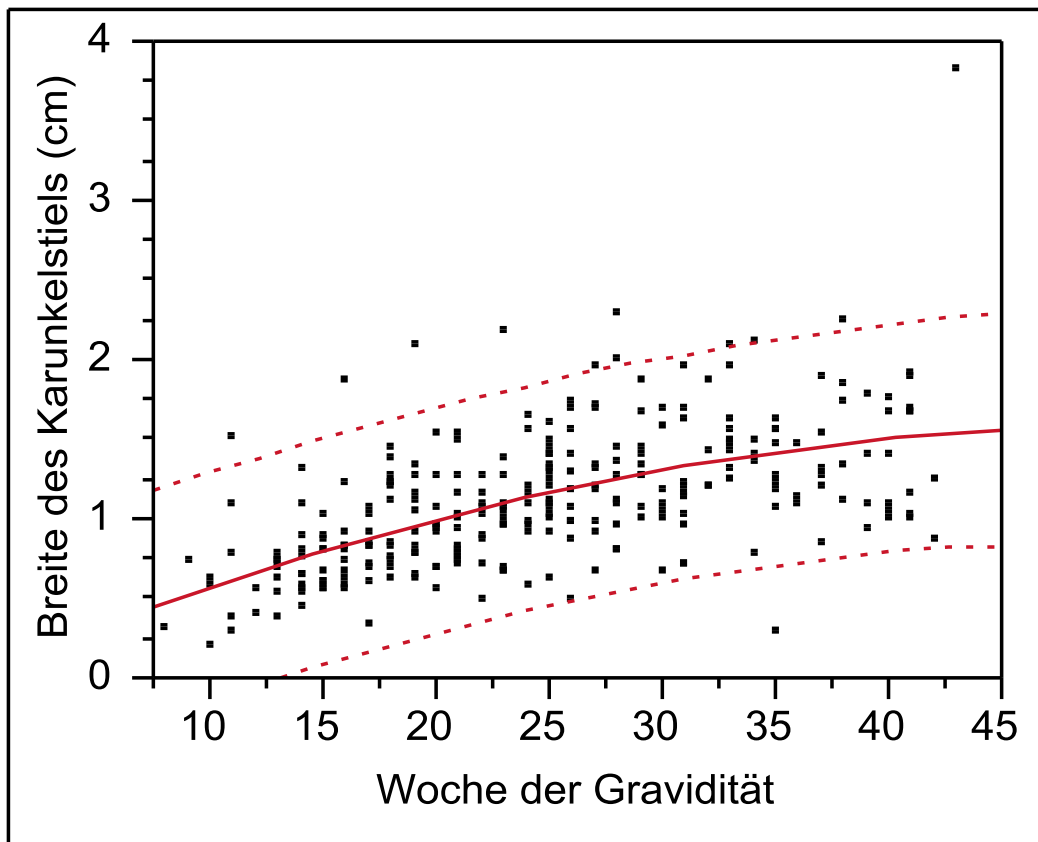


Abb. 80 Breite des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w43)} = 0.3754771 + 0.0313019 x - 0.0005321 (x - 24.7279)^2$$

$r = 0.579$
 $n = 282$

Im korpusnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns konnte in der 8. und 9. Woche der Gravidität vereinzelt der Karunkelstiel innerhalb von Plazentomen sonographisch erkannt werden. Danach war das Darstellen des Karunkelstiels regelmässig über den Verlauf der gesamten Trächtigkeit bis zur Geburt möglich. Die vermessene Breite des Karunkelstiels in der 8. Graviditätswoche betrug 0.32 cm. Die Zunahme der Breite der Karunkelstiele verlief bis etwa zur 30. Trächtigkeitswoche kontinuierlich, danach fand kein deutliches Wachstum mehr statt ($r = 0.579$; $P < 0.0001$). In der 30. Woche der Gravidität lag die minimale durchschnittliche Breite bei 0.67 cm und die maximale durchschnittliche Breite bei 1.57 cm (Abb. 80). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 30. Gestationswoche betrug 1.34 ± 0.35 cm. In der 40.

Woche der Gravidität lag die Mehrzahl der Messergebnisse zwischen 0.99 und 1.9 cm; der Mittelwert aller Messungen in dieser Trächtigkeitswoche betrug 1.53 ± 0.38 cm.

6.2.3.6.2.4 Breite der Karunkelstiele im nicht-graviden Uterushorn nahe des Corpus uteri

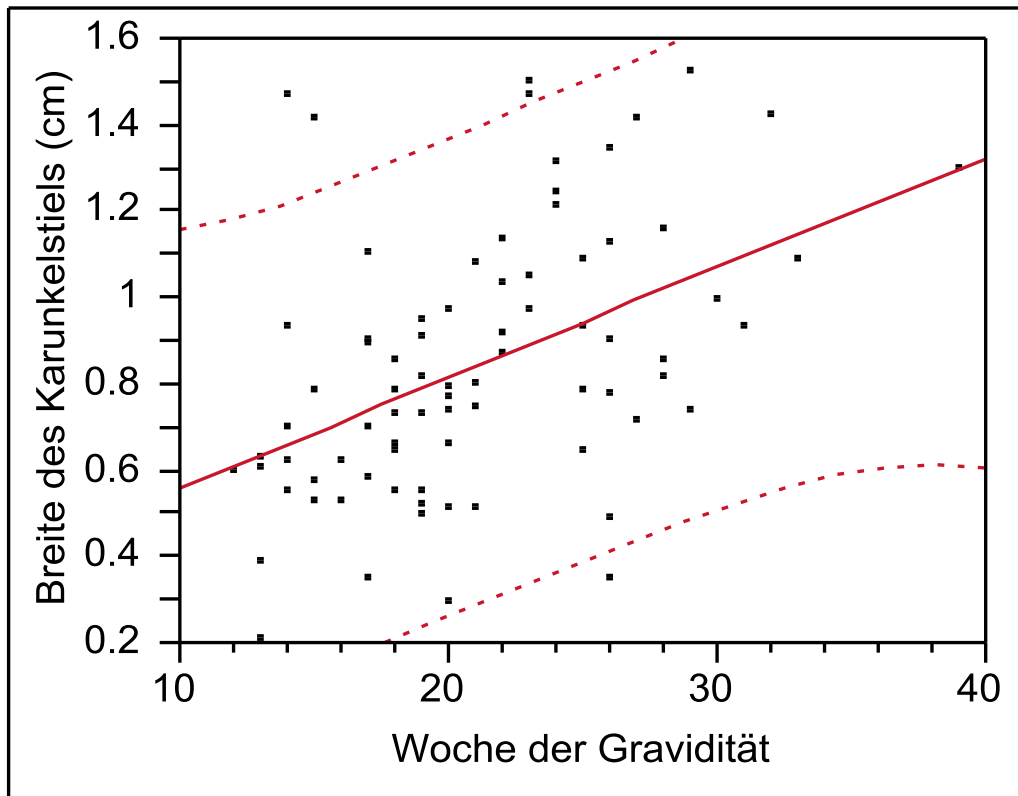


Abb. 81 Breite des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 39. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w39)} = 0.2991113 + 0.0257437 x - 0.0000199 (x - 21.0741)^2$$

$$r = 0.458$$

$$n = 82$$

Zwischen der 12. und 29. Woche der Gravidität konnten im korpusnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns regelmässig Messungen der Breite des Karunkelstiels innerhalb von Plazentomen durchgeführt werden. Danach waren nur noch vereinzelte Messungen aufgrund des zunehmenden Absinkens des nicht-graviden Uterushorns nach ventral möglich. Eine letztmalige Messung ergab sich in der 39. Woche der Gravidität. In der 12. Trächtigkeitswoche mass die Breite des Karunkelstiels 0.6 cm und in der 39. Woche 1.3 cm. Das Wachstum der Breite zeigte über den Zeitraum der Untersuchungen einen kontinuierlichen Verlauf (Abb. 81). Eine geringe Korrelation zum Gestationsalter war zu beobachten ($r = 0.458$; $P < 0.0001$). Keinen Einfluss auf die gemessene Struktur hatte das Alter der Kühe.

6.2.3.6.2.5 Breite der Karunkelstiele im graviden Uterushorn

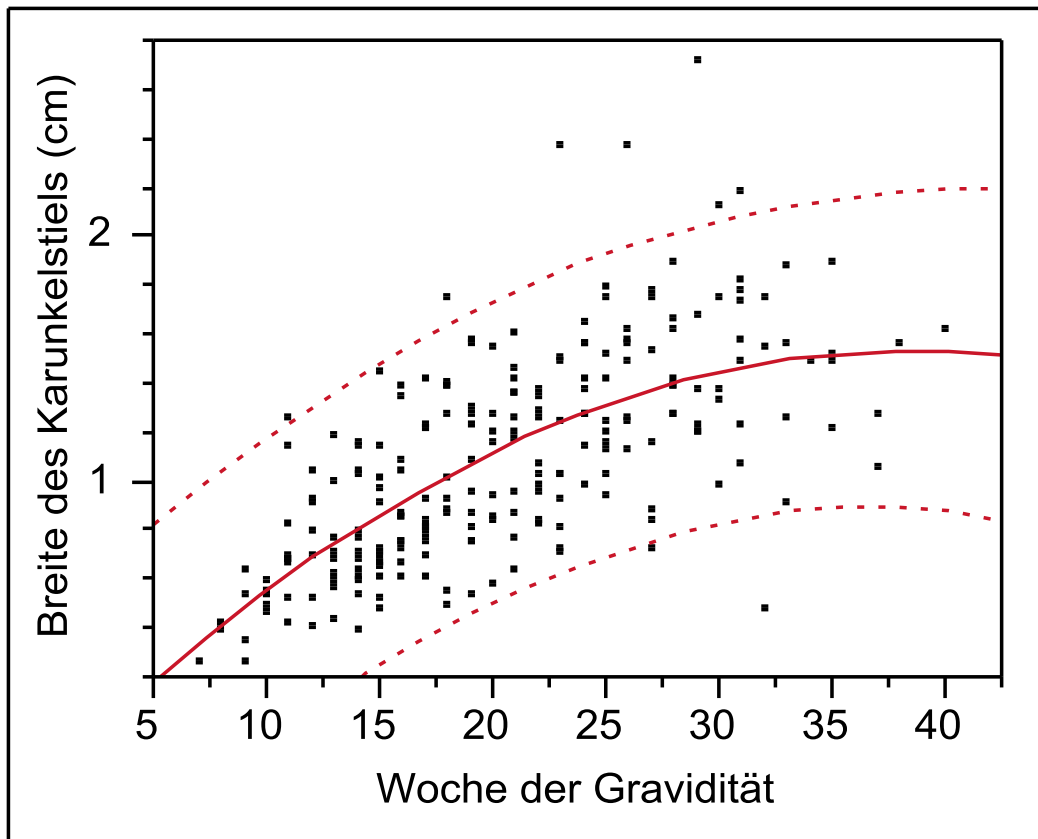


Abb. 82 Breite des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im graviden Uterushorn zwischen der 7. und 40. Woche der Gravidität.

$$Y_{(w7-w40)} = 0.2556824 + 0.0430597 x - 0.0011896 (x - 20.641)^2$$

$$r = 0.684$$

$$n = 234$$

Bereits in der 7. und 8. Woche der Gravidität waren in der Hornmitte des fruchttragenden Uterushorns vereinzelt die Karunkelstiele innerhalb von Plazentomen sonographisch erkennbar. Danach waren die Karunkelstiele zuverlässig darstellbar. Messungen ab der 35. Trächtigkeitswoche bis zur Geburt waren aufgrund der ventralen Verlagerung des graviden Uterushorns Richtung Bauchhöhle seltener möglich. Die Zunahme der Breite der Karunkelstiele erfolgte von der 7. bis zur 28. Woche der Gravidität kontinuierlich, anschliessend war bis zur letztmaligen Messung in der 40. Woche keine deutliche Zunahme der Breite erkennbar (Abb. 82). In der 7. Trächtigkeitswoche betrug die Breite eines vermessenen Karunkelstiels 0.25 cm; die durchschnittlichen Breiten stiegen stetig über den Verlauf der Gravidität an und erreichten in der 34. Woche einen Wert von 1.48 cm ($r = 0.684$; $P < 0.0001$). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 28. Woche der Gravidität betrug 1.49 ± 0.22 cm und in der 35. Trächtigkeits-

woche 1.52 ± 0.24 cm. Die letztmalige Messung in der 40. Woche der Trächtigkeit ergab eine Breite von 1.60 cm.

6.2.3.6.2.6 Breite der Karunkelstiele im nicht-graviden Uterushorn

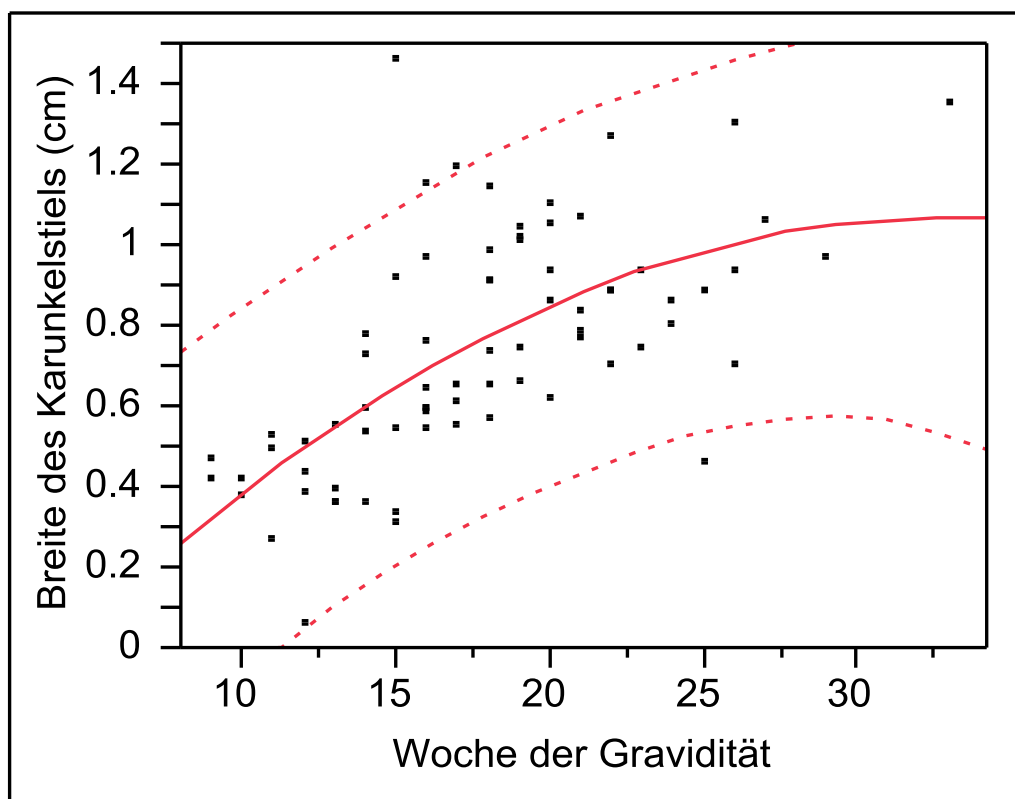


Abb. 83 Breite des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im nicht-graviden Uterushorn zwischen der 9. und 33. Woche der Gravidität.
 $y_{(w9-w33)} = 0.065851 + 0.0393913 x - 0.0012909 (x - 17.7733)^2$
 $r = 0.643$
 $n = 75$

Im nicht-fruchttragenden Uterushorn konnte zwischen der 9. und 26. Woche der Gravidität regelmässig die Breite der Karunkelstiele vermessen werden. Danach waren nur noch wenige, vereinzelte Messungen möglich, weil mit Fortschreiten der Gravidität sowohl der gravide als auch nicht-gravide Uterus Richtung Bauchhöhle absank und zudem das nicht-fruchttragende Uterushorn durch das erheblich grössere, fruchttragende Uterushorn nach ventral verdrängt wurde. Somit war eine letztmalige Messung in der 33. Woche der Gravidität möglich. Die Breite der Karunkelstiele nahm mit Werten von 0.40 und 0.50 cm in der 9. Woche der Gravidität auf eine Breite von 1.35 cm in der 33. Trächtigkeitswoche zu. Die Zunahme der Breite der Karunkelstiele erfolgte zwischen der 9. und 26. Woche der Gravidität kontinuierlich und zeigte anschliessend keine deutlichen Änderungen (Abb. 83). Der Mittelwert aller durchgeführten

Messungen in der 26. Gestationswoche betrug 0.98 ± 0.30 cm. Zwischen der 26. und 33. Trächtigkeitswoche beruhte die Zunahme der Breite der Karunkelstiele auf Einzelwerte. Eine Korrelation zum Trächtigkeitsstadium war nachweisbar ($r = 0.643$; $P < 0.0001$). Ferner war ein signifikanter Unterschied zwischen der durchschnittlichen Breite der Karunkelstiele im Hornbereich des graviden respektive des nicht-graviden Uterushorn mit 0.91 bzw. 0.79 cm vorhanden ($P < 0.05$).

6.2.3.6.2.7 Breite der Karunkelstiele im graviden Uterushorn nahe der Hornspitze

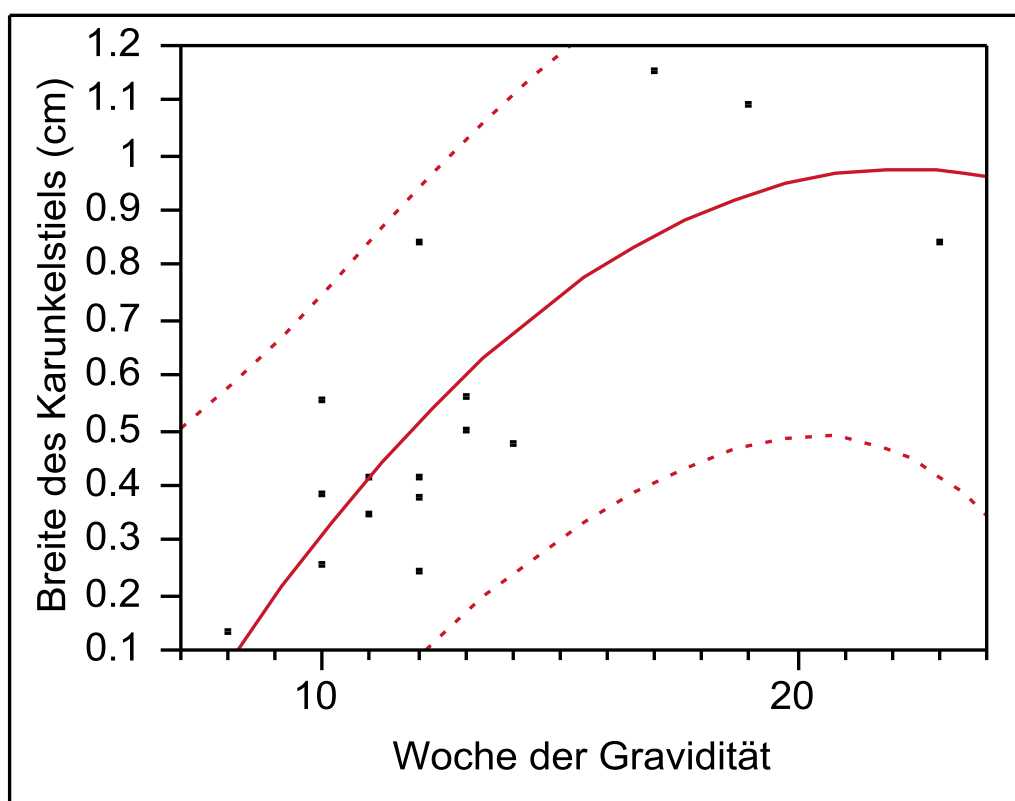


Abb. 84 Breite des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w23)} = -0.470911 + 0.0823167 x - 0.0044482 (x - 12.9375)^2$$

 $r = 0.805$
 $n = 16$

Zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität konnte im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns nur bei wenigen Plazentomen der Karunkelstiel sonographisch dargestellt werden. Über die 23. Trächtigkeitswoche hinaus waren keine Messungen aufgrund der intraabdominalen Lage der Uterushornspitze möglich. Die Breite der vermessenen Karunkelstiele nahm stetig während der für die Messung geeigneten Wochen zu. In der 8. Woche betrug die Breite

des Karunkelstiels 0.14 cm und in der 23. Woche der Gravidität 0.85 cm (Abb. 84). Allerdings beruhte die Zunahme der Breite des Karunkelstiels zwischen der 14. und 23. Trächtigkeitswoche auf Einzelwerte. Es bestand in dem untersuchten Zeitraum eine sehr enge Beziehung zwischen der Breite der Karunkelstiele und der Woche der Gravidität ($r = 0.805$; $P < 0.001$). Ausserdem beeinflusste das Alter der Kühe signifikant die Breite der Karunkelstiele im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns ($P < 0.01$). Bei älteren Kühen waren die Karunkelstiele geringgradig breiter ($y = -0.25 + 0.04 x + 0.05 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.6.2.8 Breite der Karunkelstiele im nicht-graviden Uterushorn nahe der Hornspitze

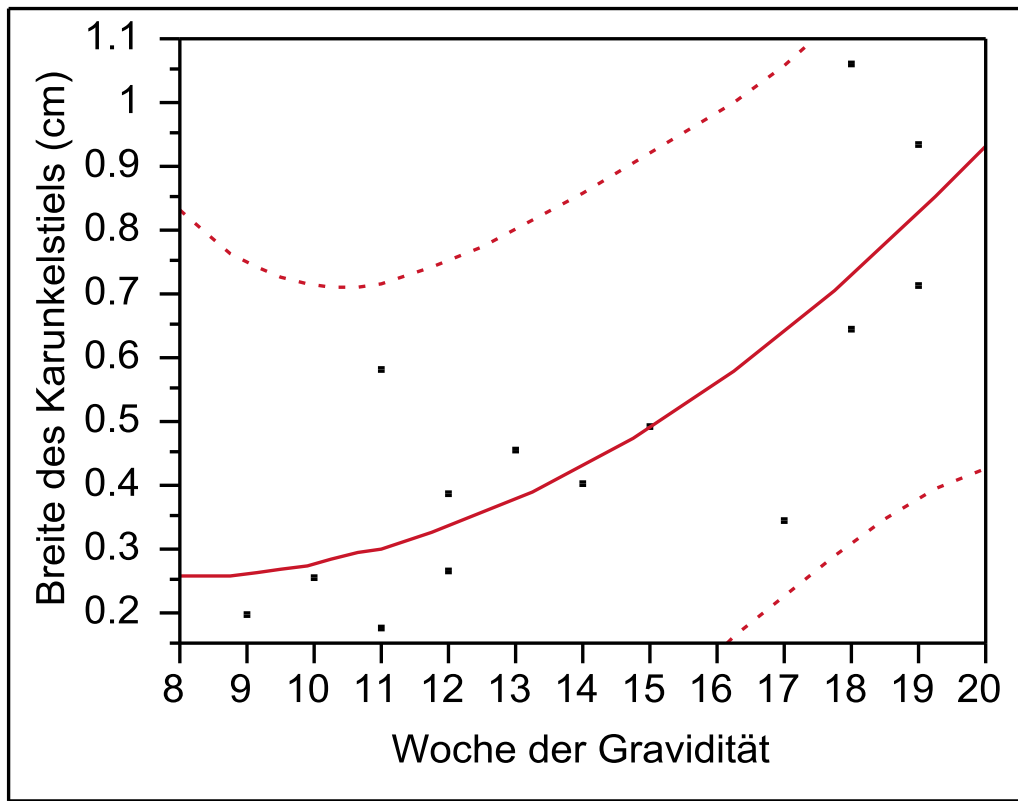


Abb. 85 Breite des Karunkelstiels in cm innerhalb von Plazentomen lokalisiert im Bereich der Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w19)} = -0.381779 + 0.0578899 x + 0.0045875 (x - 14.1429)^2$$

$$r = 0.796$$

$$n = 14$$

Im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns waren nur vereinzelte Messungen der Breite des Karunkelstiels innerhalb von Plazentomen zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität möglich. In der 9. Trächtigkeitswoche betrug die Breite des vermessenen Karunkelstiels 0.20 cm und bis zur letztmaligen Messung in der 19. Woche konnten zunehmend grössere Breiten festgestellt werden (Abb. 85). In der 19. Trächtigkeitswoche hatte die Breite Werte von 0.71 cm und 0.94 cm. Eine enge Korrelation zur Woche der Gravidität war feststellbar ($r = 0.796$; $P < 0.01$). Ferner hatte das Alter der Kühe einen signifikanten Einfluss auf den untersuchten Parameter an dieser Lokalisation des nicht-graviden Uterushorns ($P < 0.05$). Die Breite der Karunkelstiele war bei älteren Kühen geringgradig grösser ($y = -0.37 + 0.04 x + 0.04$ [Alter in Jahren]).

6.2.3.7 Vermessung der Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze

6.2.3.7.1 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze im graviden Uterushorn nahe der Zervix uteri

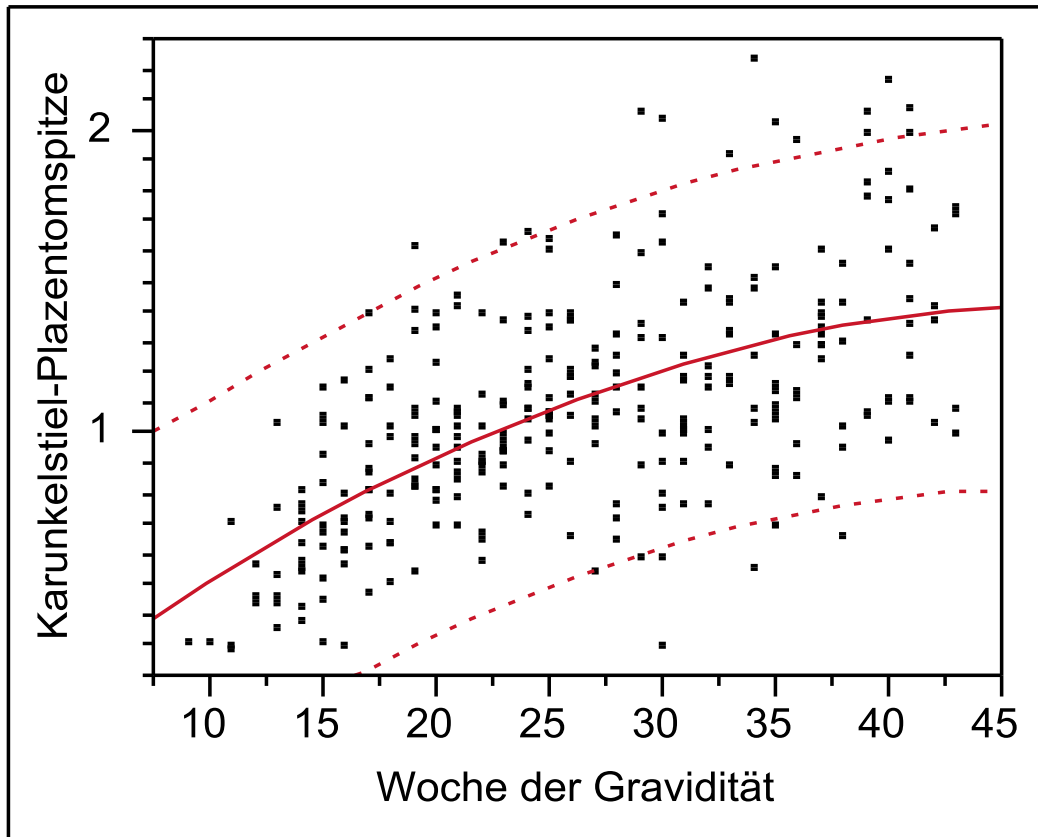


Abb. 86 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze in cm im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.
 $y_{(w9-w43)} = 0.3949837 + 0.0273505 x - 0.0005971 (x - 26.2052)^2$
 $r = 0.613$
 $n = 308$

Im zervixnahen Bereich auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns betrug die Länge zwischen Karunkelstielspitze und Plazentomspitze eines Plazentoms in der 9. Woche der Gravidität 0.30 cm. Die Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze zeigte zwischen der 9. und 28. Woche der Gravidität einen kontinuierlichen Verlauf. Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 28. Woche der Gravidität betrug 1.12 ± 0.32 cm. Ab der 29. Trächtigkeitswoche bis zur Geburt war keine deutliche Längenzunahme feststellbar ($r = 0.613$; $P < 0.0001$). In der 35. Gestationswoche lag der Mittelwert aller Messungen bei 1.16 ± 0.37 cm und in der 43. Woche der Gravidität bei 1.38 ± 0.40 cm mit einer minimalen Länge von 1.00 cm und einer maximalen Länge von 1.75 cm (Abb. 86).

6.2.3.7.2 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze im nicht-graviden Uterushorn nahe der Zervix uteri

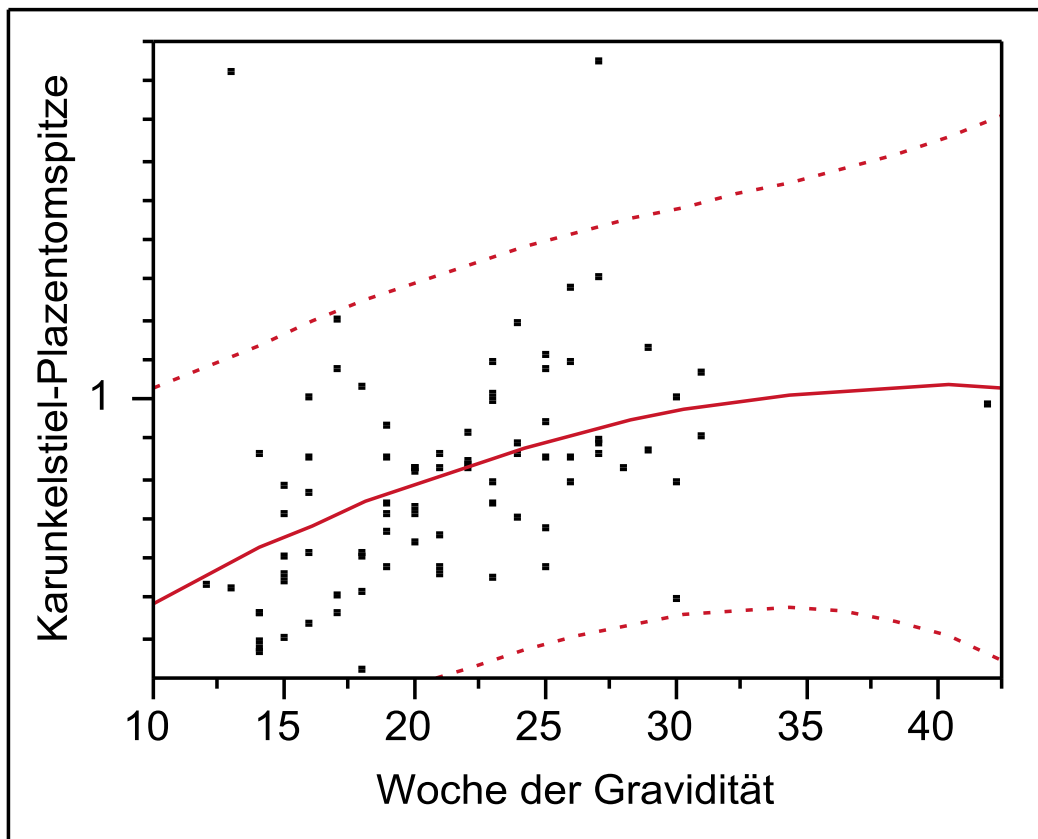


Abb. 87 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze in cm im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 42. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w42)} = 0.3385713 + 0.022497 x - 0.0005817 (x - 21.2326)^2$$

$$r = 0.415$$

$$n = 87$$

Im zervixnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns ergab die erstmalige Messung der Länge zwischen Karunkelstiel- und Plazentomspitze in der 12. Graviditätswoche eine Länge von 0.53 cm. In der 31. Woche der Gravidität lag die Länge zwischen 0.90 cm und 1.06 cm. Zwischen der 12. und 31. Trächtigkeitswoche nahm die Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze kontinuierlich zu. Ab der 31. Graviditätswoche war keine zuverlässige Darstellung placentärer Strukturen in diesem Bereich mehr möglich. Eine letztmalige Messung gelang in der 42. Woche der Gravidität. Die Länge zwischen Karunkelstiel- und Plazentomspitze betrug zu diesem späten Zeitpunkt der Trächtigkeit 0.90 cm. Ab der 31. Woche der Gravidität bis zur Geburt schien demnach keine wesentliche Längenzunahme mehr stattgefunden zu haben (Abb. 87). Eine schwache Beziehung zum Stadium der Trächtigkeit

keit war vorhanden ($r = 0.415$; $P < 0.0001$). Im Zervixbereich bestand ein signifikanter Unterschied in der mittleren Länge von der Karunkelstiel- bis zur Plazentomspitze zwischen dem graviden und dem nicht-graviden Uterushorn mit durchschnittlich 0.94 bzw. 0.77 cm ($P \leq 0.01$).

6.2.3.7.3 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze im graviden Uterushorn nahe des Corpus uteri

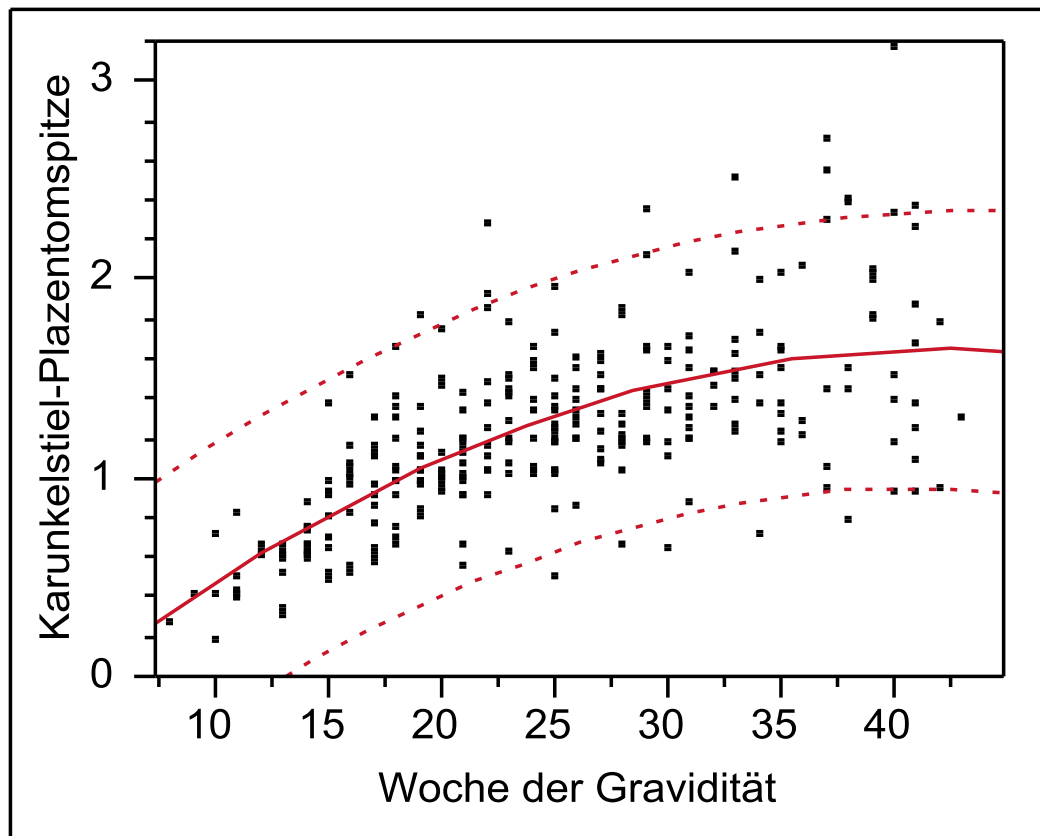


Abb. 88 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze in cm im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 43. Woche der Gravidität.
 $y_{(w8-w43)} = 0.3206799 + 0.0396844 x - 0.0011349 (x - 24.6868)^2$
 $r = 0.678$
 $n = 282$

In der 8. Woche der Gravidität betrug die Länge zwischen Karunkelstiel- und Plazentomspitze eines Plazentoms im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns 0.30 cm. Anschliessend zeigte sich bis zur 28. Trächtigkeitswoche eine kontinuierliche Längenzunahme. In der 28. Woche der Gravidität hatte die minimale Länge einen Wert von 0.70 cm und die maximale Länge ein Messergebnis von 1.85 cm. Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 28. Gestationswoche lag bei 1.23 ± 0.35 cm. Zwischen der 29. und 31. Trächtigkeitswoche fand eine stark verlangsamte Längenzunahme statt. In der 31. Woche der

Gravidität betrug der Mittelwert aller durchgeführten Messungen 1.40 ± 0.31 cm. Ab der 31. Graviditätswoche bis zur Geburt war keine deutliche Längenzunahme erkennbar (Abb. 88). So betrug in der 35. Woche der Gravidität der Mittelwert aller Messungen 1.49 ± 0.28 cm und in der 40. Gestationswoche 1.47 ± 0.69 cm. Zwischen dem Gestationsalter und der Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze bestand während des untersuchten Zeitraumes eine mässige Korrelation ($r = 0.678$; $P < 0.0001$).

6.2.3.7.4 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze im nicht-graviden Uterushorn nahe des Corpus uteri

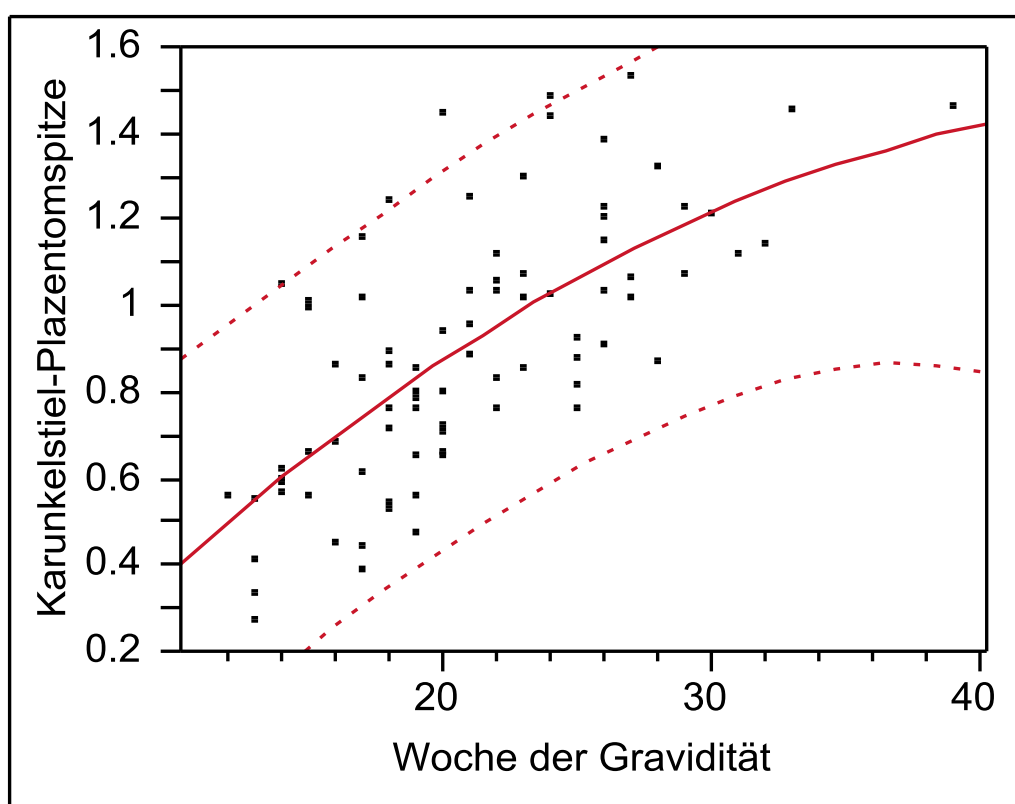


Abb. 89 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze in cm im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 39. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w39)} = 0.0791313 + 0.0397787 x - 0.000703 (x - 21.0241)^2$$

$$r = 0.690$$

$$n = 82$$

Im Bereich des Corpus uteri am Übergang zum nicht-fruchttragenden Uterushorn wies die sonographische Vermessung des Abstandes zwischen der Karunkelstielspitze und der Plazentomspitze eines Plazentoms eine Länge von 0.56 cm in der 12. Graviditätswoche auf. Regelmässige Messungen waren bis zur 33. Trächtigkeitswoche möglich. Danach war das nicht-gravide

Uterushorn aufgrund seiner Verlagerung nach ventral nicht mehr für zuverlässige Messungen zugänglich. Die letztmalige Messung in der 39. Woche der Gravidität ergab eine Länge von 1.46 cm. Die Länge zwischen Karunkelstiel- und Plazentomspitze nahm während des untersuchten Zeitraumes kontinuierlich zu (Abb. 89) und korrelierte mit der Woche der Gravidität ($r = 0.690$; $P < 0.0001$). Im Korpusbereich unterschied sich die durchschnittliche Länge signifikant zwischen dem graviden und dem nicht-graviden Uterushorn mit im Mittel 1.13 bzw. 0.88 cm ($P < 0.001$).

6.2.3.7.5 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze im graviden Uterushorn

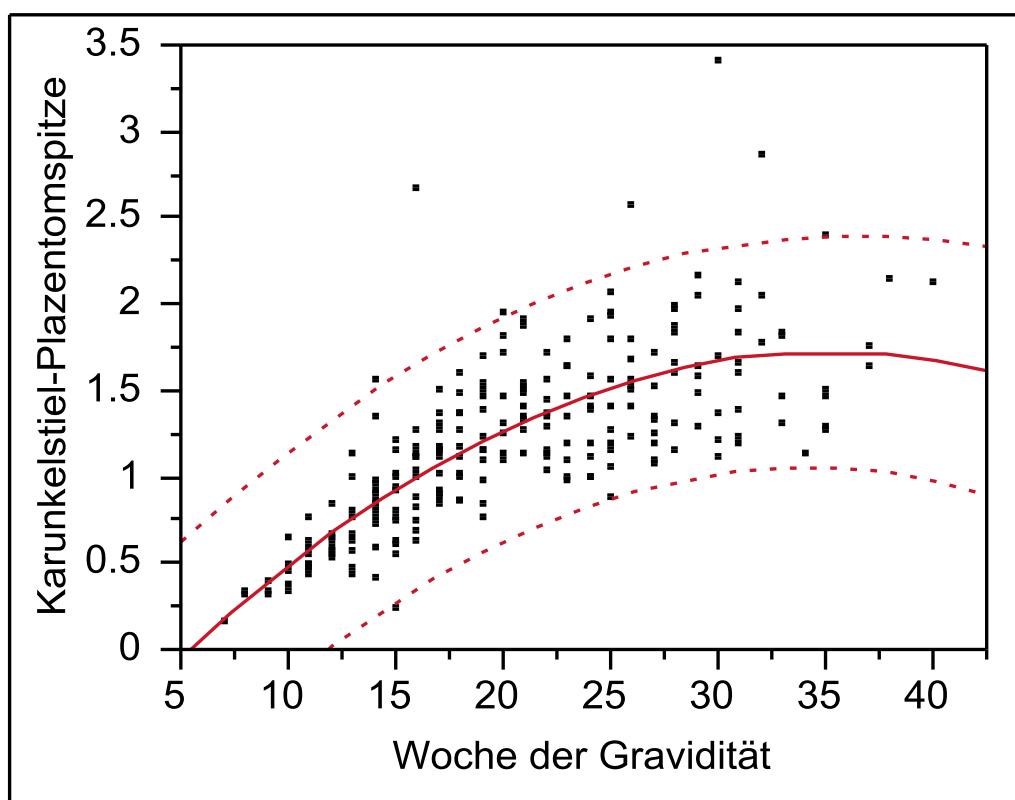


Abb. 90 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze in cm des graviden Uterushorns zwischen der 7. und 40. Woche der Gravidität.

$$y_{(w7-w40)} = 0.1337149 + 0.0568512 x - 0.0019577 (x - 20.641)^2$$

$$r = 0.758$$

$$n = 234$$

Im fruchttragenden Uterushorn konnte bei einem Plazentom bereits ab der 7. Woche der Gravidität die Länge zwischen Karunkelstiel- und Plazentomspitze vermessen werden. Zu diesem frühen Zeitpunkt der Trächtigkeit betrug die Länge 0.20 cm. Zwischen der 7. und 26. Woche der Gravidität nahm die Länge zwischen Karunkelstiel- und Plazentomspitze kontinuierlich

lich zu. Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in der 26. Woche der Gravidität betrug 1.65 ± 0.40 cm. Zwischen der 27. und 31. Gestationswoche konnte eine geringgradige Längenzunahme festgestellt werden. Ab der 31. Trächtigkeitswoche zeigten die Messergebnisse keine Zunahme der Messwerte und die Wachstumskurve lief in ein Plateau aus ($r = 0.758$; $P < 0.0001$; Abb. 90). Aufgrund der zunehmend intraabdominalen Lage des Uterus in der fortgeschrittenen Gravidität waren nur noch unregelmässig Messungen ab der 31. Trächtigkeitswoche möglich. In der 31. Graviditätswoche betrug die minimale Länge 1.20 cm und die maximale Länge 2.20 cm, der Mittelwert aller Messungen in dieser Gestationswoche lag bei 1.70 ± 0.51 cm. Eine letztmalige Messung ergab sich in der 40. Woche der Gravidität; die vermessene Länge hatte einen Wert von 2.20 cm.

6.2.3.7.6 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze im nicht-graviden Uterushorn

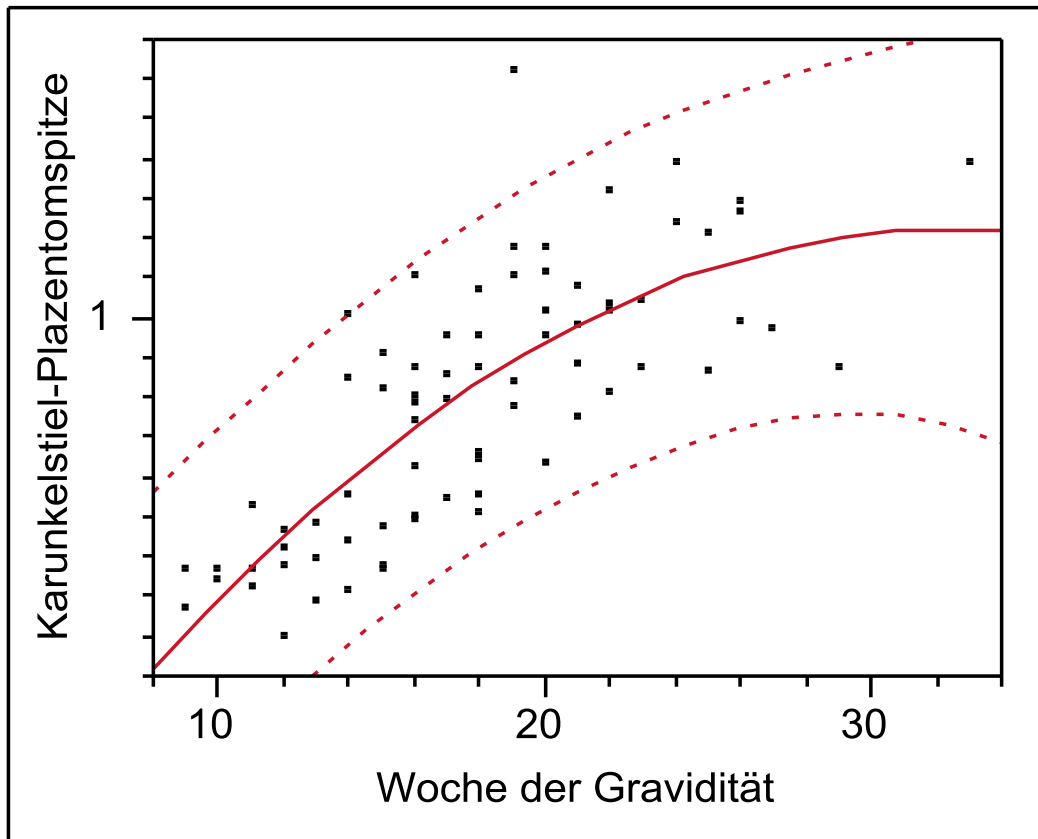


Abb. 91 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze in cm des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 9. und 33. Woche der Gravidität.
 $y_{(w9-w33)} = -0.140595 + 0.0544053 x - 0.0018661 (x - 17.76)^2$
 $r = 0.779$
 $n = 75$

Die Vermessung der Länge von der Karunkelstielspitze bis zum äusseren Ende des Plazentoms im nicht-fruchttragenden Uterushorn war zwischen der 9. und 26. Woche der Gravidität möglich. Ab der 26. Trächtigkeitswoche bis zur letztmaligen Messung in der 33. Woche konnten nur noch in wenigen Fällen uterine und plazentäre Strukturen in diesem Bereich sonographisch dargestellt werden. In der 9. Woche der Gravidität lagen die Messwerte für die untersuchte Länge bei 0.25 und 0.40 cm. In der 26. Trächtigkeitswoche betrug die minimale Länge bereits 0.90 cm und die maximale Länge 1.30 cm; der Mittelwert aller durchgeführten Messungen in dieser Gestationswoche lag bei 1.18 ± 0.17 cm. Die letztmalige Messung der Länge in der 33. Woche der Gravidität ergab einen Wert von 1.40 cm. Das Wachstum der Länge zwischen Karunkelstiel- und Plazentomspitze zeigte von der 9. bis zur 26. Woche der Gravidität

einen kontinuierlichen Verlauf (Abb. 91) und besass zum Gestationsalter eine enge Korrelation ($r = 0.779$; $P < 0.0001$). Zudem hatte das Alter der Kühe einen signifikanten Einfluss auf die untersuchte Länge ($P < 0.05$). Bei älteren Kühen war der untersuchte Parameter geringgradig grösser ($y = -0.13 + 0.05 x + 0.02 [\text{Alter in Jahren}]$). In der Mitte des Uterushorns bestand ein signifikanter Unterschied in der durchschnittlichen Länge von der Karunkelstiel- zur Plazentomspitze zwischen dem graviden und dem nicht-graviden Uterushorn mit durchschnittlich 1.14 bzw. 0.86 cm ($P < 0.01$).

6.2.3.7.7 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze im graviden Uterushorn nahe der Hornspitze

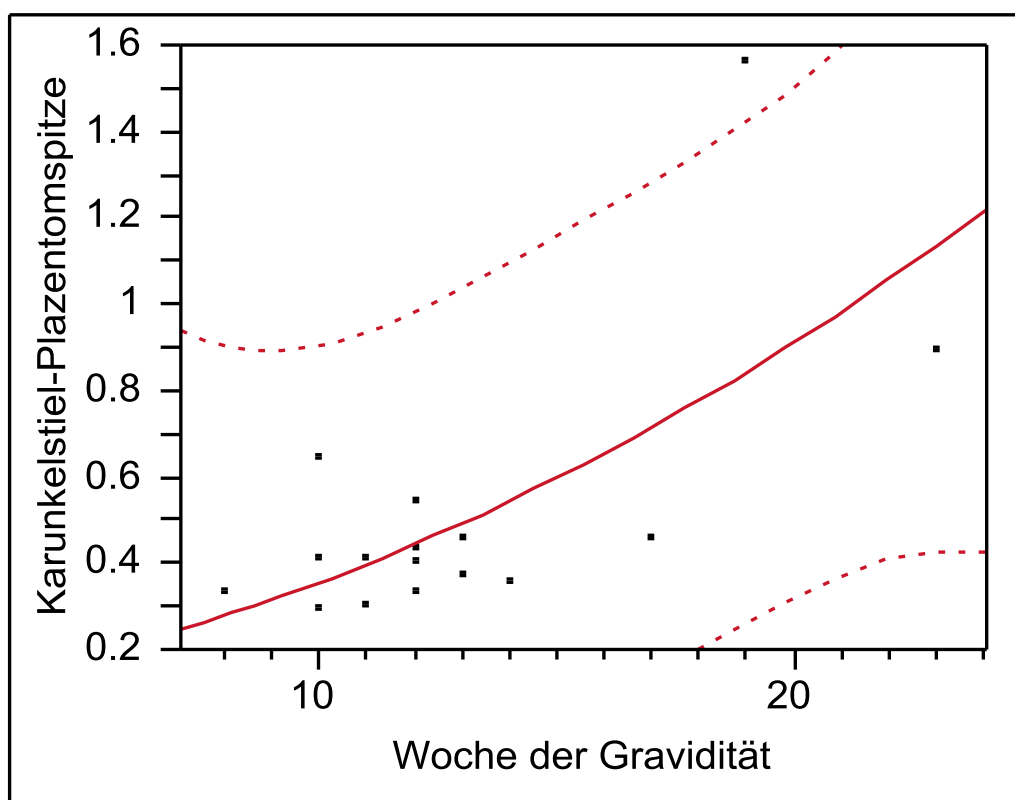


Abb. 92 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze in cm im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w23)} = -0.147163 + 0.0491057 x + 0.0014478 (x - 12.7647)^2$$

$$r = 0.687$$

$$n = 16$$

Im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns waren nur sehr wenige Messungen der Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze möglich und beschränkten sich auf die ersten Trächtigkeitswochen. Über die 23. Woche der Gravidität hinaus war die Horn-

spitze des graviden Uterushorns für Messungen mit Hilfe des transrektalen Ultraschalls aufgrund ihrer tief intraabdominalen Lage nicht mehr zugänglich. In der 8. Trächtigkeitswoche betrug die Länge 0.33 cm, in der 23. Graviditätswoche 0.89 cm. Die Zunahme der Länge zwischen der Karunkelstiel- und Plazentomspitze schien kontinuierlich zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität zu verlaufen (Abb. 92). Jedoch beruhte die Zunahme der Länge zwischen der 14. und 23. Trächtigkeitswoche auf Einzelwerte. Eine Korrelation zum Trächtigkeitsstadium war nicht vorhanden ($r = 0.687$; $P = 0.07$).

6.2.3.7.8 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze im nicht-graviden Uterushorn nahe der Hornspitze

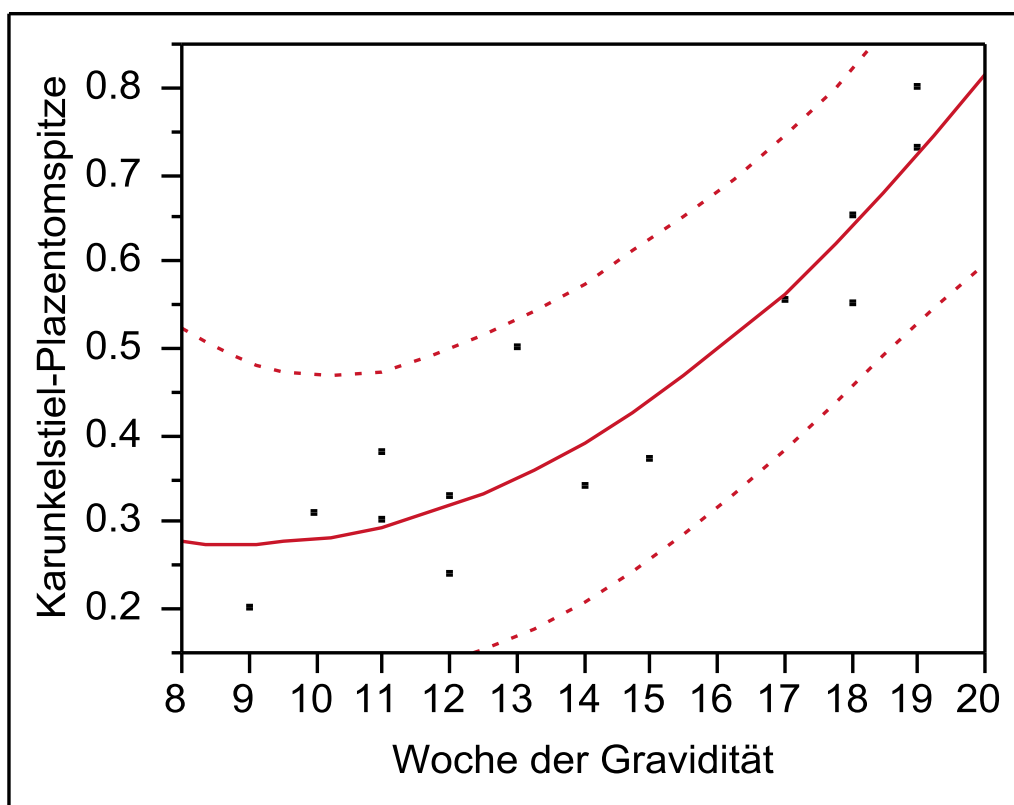


Abb. 93 Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze in cm im Bereich der Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w19)} = -0.252021 + 0.0459505 x + 0.0042895 (x - 14.1429)^2$$

$$r = 0.926$$

$$n = 14$$

Vereinzelte Messungen der Länge von der Karunkelstiel- bis zur Plazentomspitze im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns waren zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität möglich. In der 9. Trächtigkeitswoche betrug die Länge bei einem Plazentom 0.27 cm

und lag bei der letztmaligen Messung in der 19. Woche bei 0.73 und 0.80 cm. Die Zunahme der zu untersuchenden Länge verlief kontinuierlich in der für die Messung geeigneten Wochen (Abb. 93) und besass eine sehr enge Korrelation zur Dauer der Trächtigkeit ($r = 0.926$; $P < 0.0001$). Ausserdem wurde der untersuchte Parameter signifikant vom Alter der Kühe beeinflusst ($P < 0.05$). Die gemessene Struktur war bei älteren Kühen geringgradig länger ($y = -0.22 + 0.04 x + 0.02 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.8 Messung des hyperechogenen Randsaums der Plazentome

6.2.3.8.1 Randsaum der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

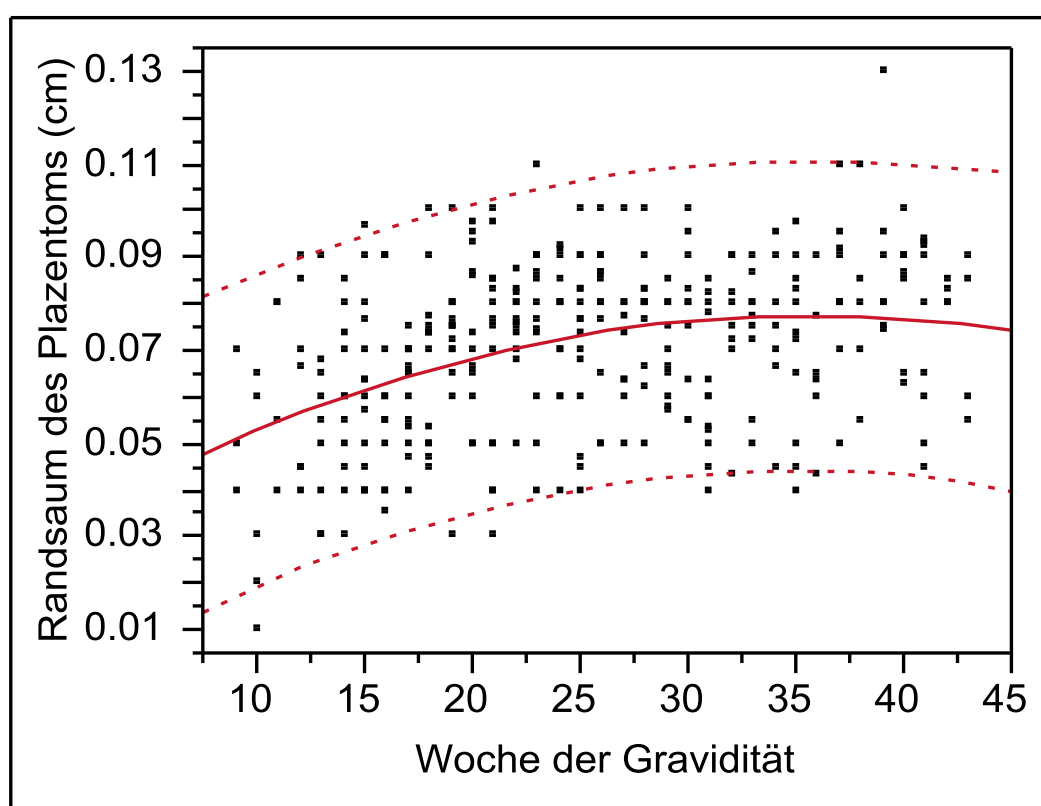


Abb. 94 Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen in cm lokalisiert im zervixnahen Bereich des graviden Uterushorns zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w9-w43)} = 0.0537515 + 0.0007778 x - 0.000037663 (x - 25.1977)^2$$

$$r = 0.381$$

$$n = 345$$

Der Randsaum war erstmalig in der 9. Woche der Gravidität erkennbar. Zwischen der 9. und 43. Woche der Gravidität lag die Dicke des Randsaums im Mittel bei 0.07 ± 0.019 cm. Zwischen der 9. und der 25. Woche der Gravidität war eine geringgradige Zunahme der Dicke des

Randsaums zu beobachten (Abb. 94). Eine schwache Korrelation zur Woche der Gravidität war statistisch zu sichern ($r = 0.381$; $P < 0.01$). Ausserdem bestand ein signifikanter Einfluss des Alters der Kühe auf den untersuchten Parameter ($P < 0.001$). Bei älteren Kühen war der Randsaum der Plazentome geringfügig schmaler ($y = 0.06 + 0.001 x - 0.001 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.8.2 Randsaum der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Zervix uteri

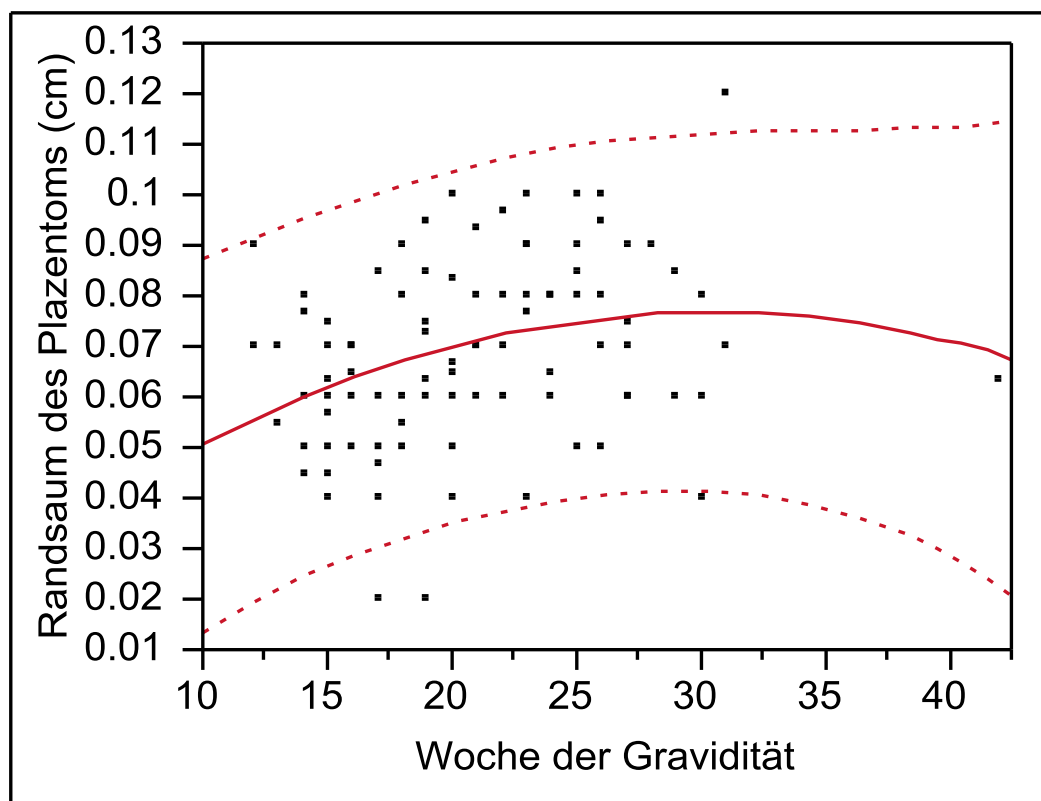


Abb. 95 Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen in cm lokalisiert im zervixnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 12. und 42. Woche der Gravidität.

$$y_{(w12-w42)} = 0.045781 + 0.0012052 x - 0.000062428 (x - 20.7979)^2$$

$$r = 0.323$$

$$n = 94$$

Im zervixnahen Bereich auf der Seite des nicht-fruchttragenden Uterushorns konnte die Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen regelmässig zwischen der 12. und 31. Woche der Gravidität vermessen werden. Danach war die sonographische Darstellung der Plazentome im Zervixbereich des nicht-graviden Uterushorns nahezu unmöglich, gelang jedoch noch einmal in der 42. Woche der Gravidität. Die Messwerte für die Dicke des Randsaums von Plazentomen lagen während der für die Messung geeigneten Wochen zwischen 0.04 und 0.10 cm. Die

mittlere Dicke des Randsaums aller gemessener Plazentome von der 12. bis zur 42. Trächtigkeitswoche betrug 0.07 ± 0.018 cm. Zwischen der 12. und 25. Woche der Gravidität schien die Dicke des Randsaums geringfügig zuzunehmen (Abb. 95) und es bestand eine schwache Beziehung zur Länge der Trächtigkeit ($r = 0.323$; $P < 0.01$).

6.2.3.8.3 Randsaum der Plazentome des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

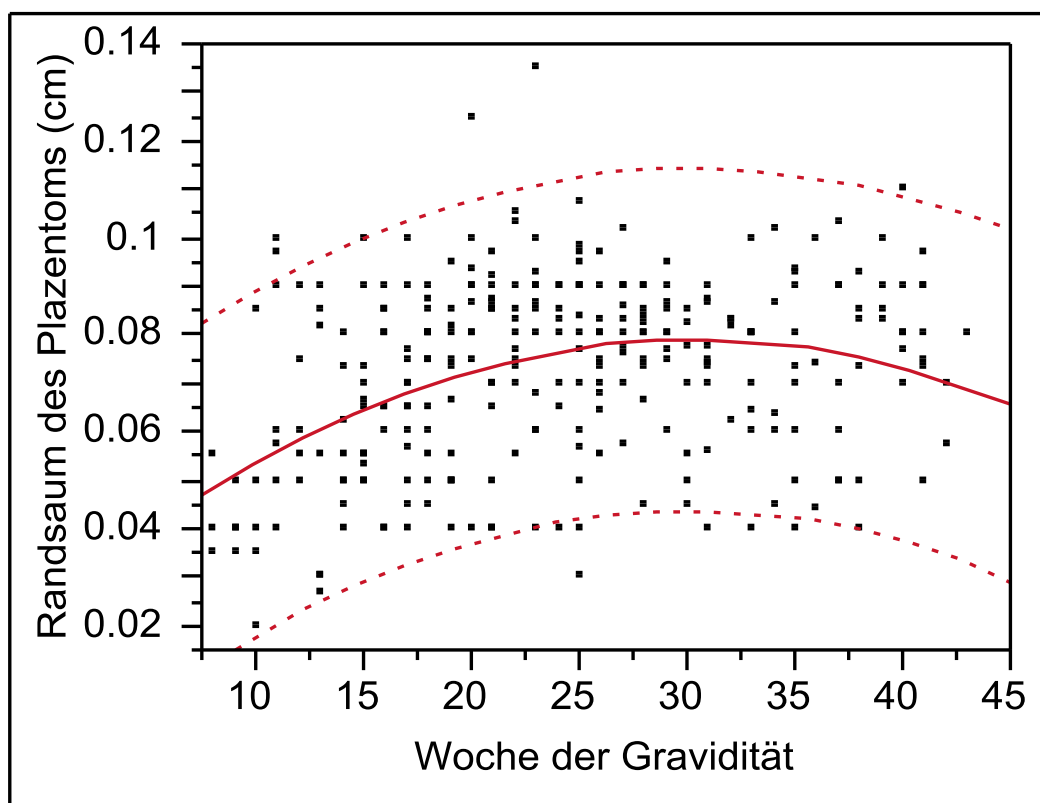


Abb. 96 Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen in cm lokalisiert im korpusnahen Bereich des graviden Uterushorns bei Kühen zwischen der 8. und 43. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w43)} = 0.0576261 + 0.0007867 x - 0.000062179 (x - 23.9545)^2$$

$$r = 0.389$$

$$n = 309$$

Die Vermessung der Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns ergab Messwerte zwischen 0.02 und 0.14 cm über den gesamten Verlauf der Trächtigkeit (Abb. 96). Die mittlere Dicke des Randsaums aller gemessener Plazentome von der 8. bis zur 43. Woche der Gravidität betrug 0.07 ± 0.019 cm. Ein geringgradiger Anstieg der Messwerte war zwischen der 8. und der 27. Woche der Gravidität erkennbar, danach fand eine geringfügige Abnahme der Dicke des Randsaums der Plazentome statt ($r = 0.389$; $P < 0.0001$). Das Alter der Kühe beeinflusste

signifikant den untersuchten Parameter ($P < 0.001$). Bei älteren Kühen war der Randsaum der Plazentome geringgradig schmaler ($y = 0.06 + 0.001 x - 0.001 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.8.4 Randsaum der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri

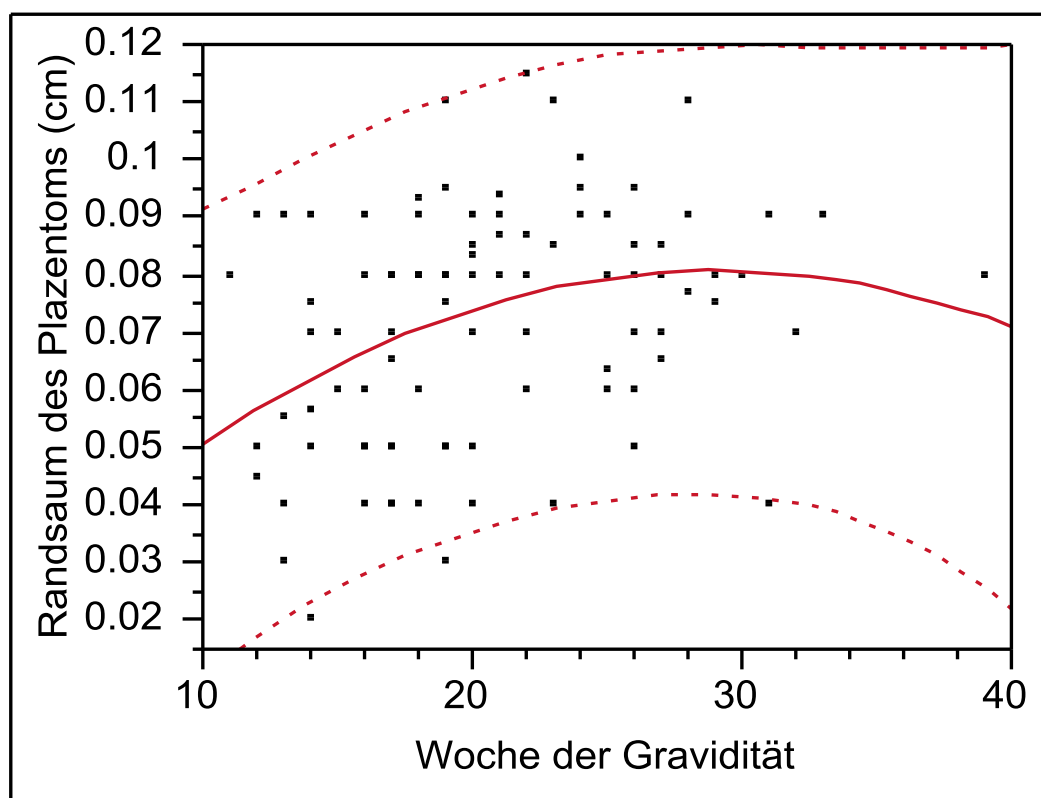


Abb. 97 Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen in cm lokalisiert im korpusnahen Bereich des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 11. und 39. Woche der Gravidität.

$$y_{(w11-w39)} = 0.0456414 + 0.0014157 x - 0.0000831 (x - 20.5579)^2$$

$$r = 0.354$$

$$n = 96$$

Während der für die Messung geeigneten Wochen der Gravidität, hauptsächlich auf die 11. bis 33. Trächtigkeitswoche begrenzt, lag die Dicke des hyperechogenen Randsaums der Plazentome durchschnittlich bei 0.07 ± 0.021 cm. Eine letztmalige Messung des Randsaums war in der 39. Woche der Gravidität möglich und ergab einen Messwert von 0.08 cm. Zwischen der 11. und 26. Trächtigkeitswoche war ein geringgradiger Anstieg der Dicke des Randsaums zu beobachten. Danach stagnierte die Zunahme der Messergebnisse (Abb. 97). Eine schwache Korrelation zum Gestationsalter war vorhanden ($r = 0.354$; $P < 0.001$). Ausserdem war bei älteren Kühen

der Randsaum der Plazentome geringgradig schmaler ($y = 0.06 + 0.001 x - 0.002$ [Alter in Jahren]; $P < 0.01$).

6.2.3.8.5 Randsaum der Plazentome des graviden Uterushorns

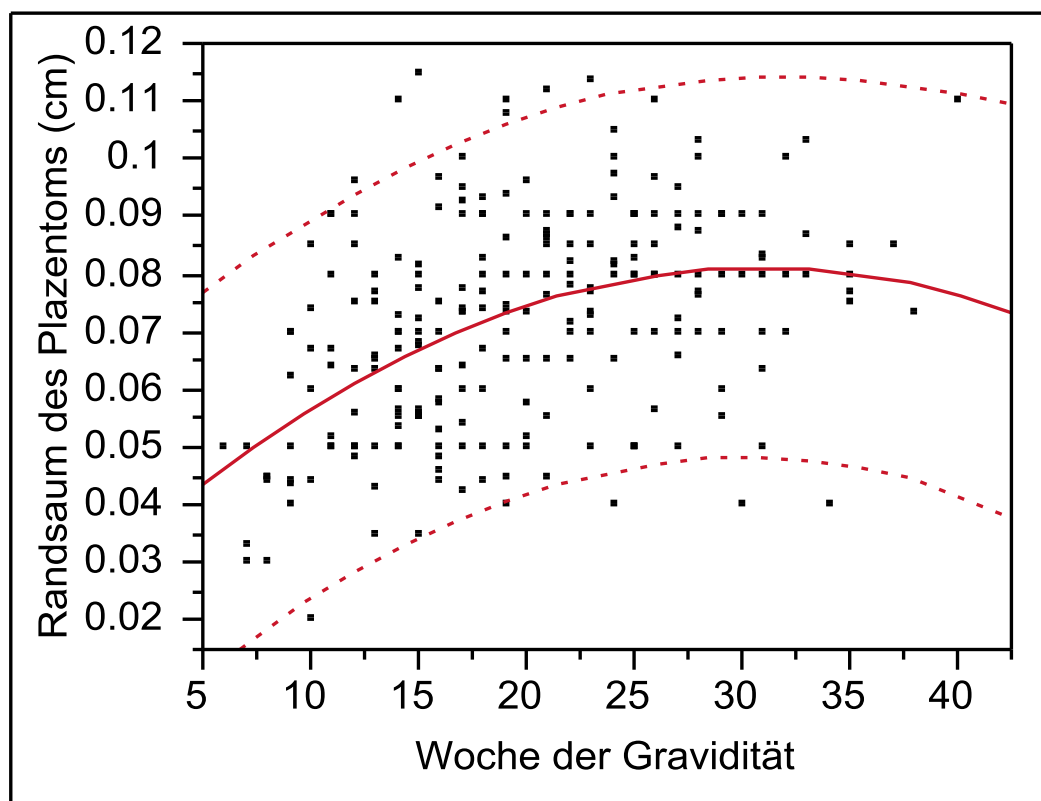


Abb. 98 Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen in cm lokalisiert im graviden Uterushorn zwischen der 6. und 40. Woche der Gravidität.
 $y_{(w6-w40)} = 0.0498961 + 0.0012293 x - 0.000056468 (x - 19.98)^2$
 $r = 0.469$
 $n = 250$

In der Hornmitte des fruchttragenden Uterushorns ergab die Vermessung der Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen über den gesamten Verlauf der Trächtigkeit Messwerte zwischen 0.02 und 0.12 cm (Abb. 98). Die mittlere Dicke des Randsaums aller Plazentome während der 6. und 40. Woche der Gravidität betrug 0.07 ± 0.019 cm. Zwischen der 20. und 24. Woche der Trächtigkeit war ein geringgradiger Anstieg der Dicke des Randsaums festzustellen. Ab der 28. Graviditätswoche bis zur letztmaligen Messung in der 40. Woche der Gravidität war keine Zunahme der Dicke des Randsaums der Plazentome erkennbar. Eine schwache Korrelation zum Trächtigkeitsstadium war vorhanden ($r = 0.469$; $P < 0.0001$).

6.2.3.8.6 Randsaum der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns

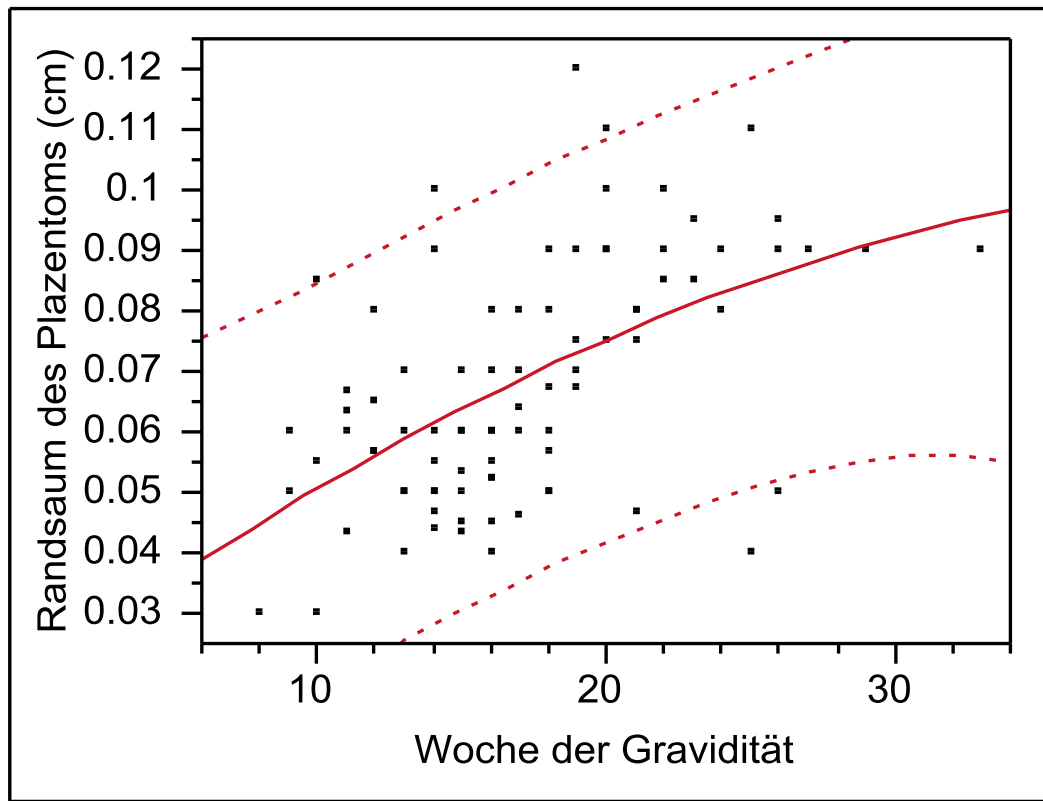


Abb. 99 Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen in cm lokalisiert im nicht-graviden Uterushorn bei Kühen zwischen der 8. und 33. Woche der Gravidität.

$$Y_{(w8-w33)} = 0.0296458 + 0.002292 x - 0.000038214 (x - 17.1136)^2$$

$$r = 0.549$$

$$n = 90$$

In der Hornmitte des nicht-fruchttragenden Uterushorns war die Vermessung des hyperechogenen Randsaums zwischen der 8. und 26. Woche der Gravidität möglich, danach folgten vereinzelte Messungen, die letzte in der 33. Woche der Gravidität. Während der für die Messung geeigneten Wochen der Gravidität war eine geringgradige Zunahme der Dicke des Randsaums der Plazentome erkennbar. In der 8. Woche der Gravidität betrug die Dicke des hyperechogenen Randsaums 0.03 cm und in der 33. Trächtigkeitswoche 0.09 cm (Abb. 99). Der Mittelwert aller durchgeführten Messungen zwischen der 8. und 33. Gestationswoche betrug 0.07 ± 0.020 cm. Eine Korrelation zur Woche der Gravidität war festzustellen ($r = 0.549$; $P < 0.0001$).

6.2.3.8.7 Randsaum der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

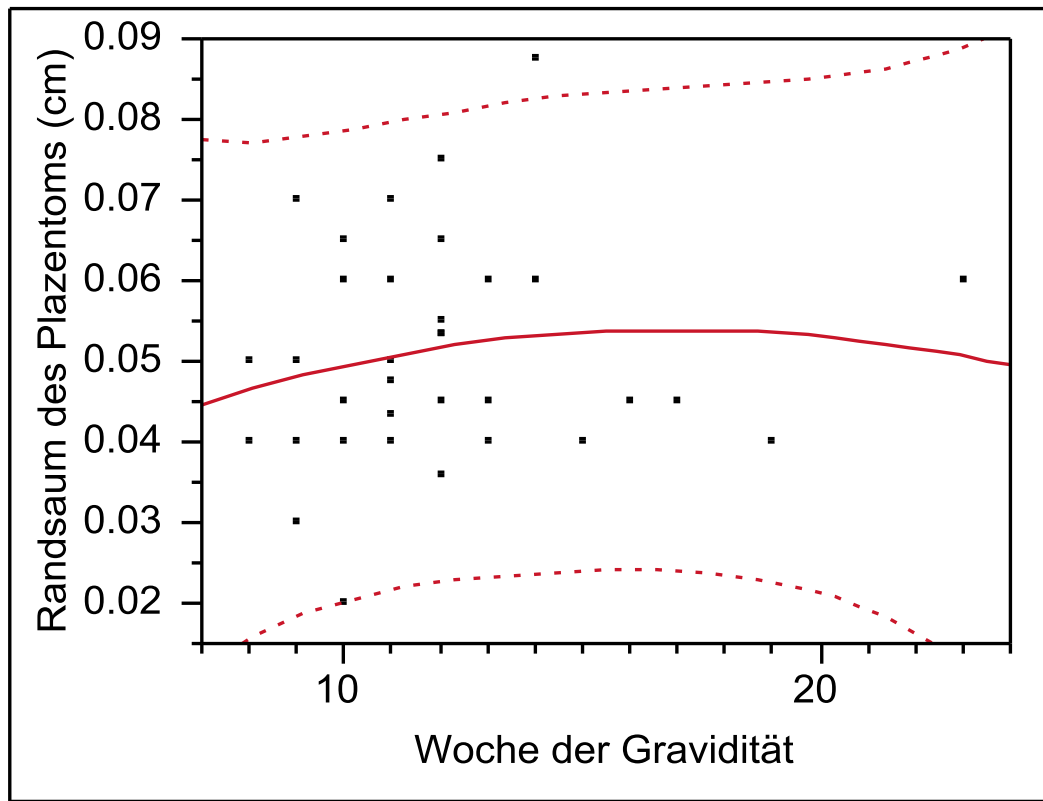


Abb. 100 Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen in cm lokalisiert im Bereich der Hornspitze des graviden Uterushorns zwischen der 8. und 23. Woche der Gravidität.

$$y_{(w8-w23)} = 0.0405018 + 0.0009266 x - 0.000092414 (x - 12.0294)^2$$

$$r = 0.150$$

$$n = 38$$

Im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden Uterushorns lag die Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen durchschnittlich bei 0.05 ± 0.015 cm (Abb. 100). Es bestand keine Korrelation zum Gestationsalter ($r = 0.150$; $P = 0.40$). Jedoch beeinflusste das Alter der Kühe signifikant den untersuchten Parameter ($P < 0.05$). Bei älteren Kühen war der Randsaum der Plazentome geringgradig schmaler ($y = 0.03 + 0.003 x - 0.002 [\text{Alter in Jahren}]$).

6.2.3.8.8 Randsaum der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze

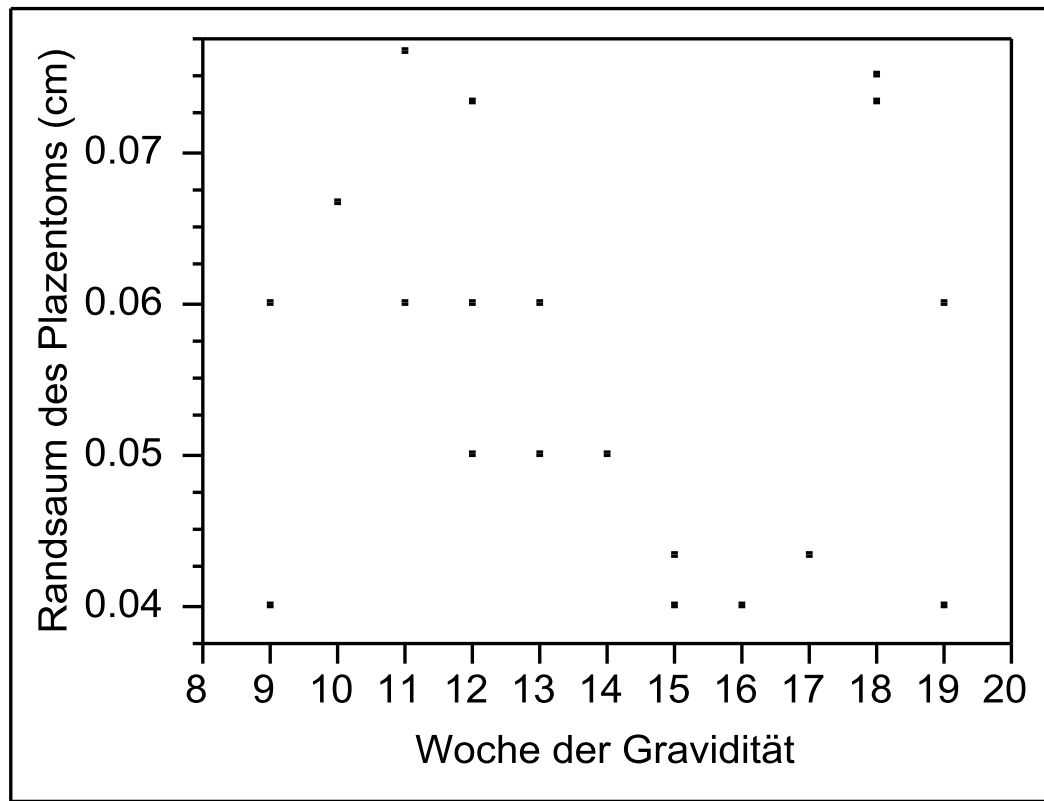


Abb. 101 Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen in cm lokalisiert im Bereich der Hornspitze des nicht-graviden Uterushorns zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität.
n = 19

Ähnlich wie im fruchttragenden Uterushorn lag die Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen, lokalisiert im Bereich der Hornspitze des nicht-fruchttragenden Uterushorns, zwischen 0.04 und 0.08 cm. Die mittlere Dicke des Randsaums aller gemessener Plazentome betrug 0.06 ± 0.013 cm im untersuchten Zeitraum. Die Messungen konnten zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität durchgeführt werden (Abb. 101).

6.2.4 Tabellarische Übersicht über Regressionsgleichungen, Korrelationskoeffizienten und den Einfluss des Alters der Kühe

Tab. 1: Die Regressionsgleichungen und Korrelationen für das Wachstum plazentärer Strukturen sowie der Alterseinfluss der Kühe.

Gemessene Struktur	Regressionsgleichung	r P	Einfluss Alter der Kühe P
Uteruswanddicke mit anliegendem Allantochorion (Chorion laeve) im interkarunkulären Bereich (CTUP)	$y = 0.8099481 - 0.002831 x - 0.0002571(x - 28.2102)^2$	r = 0.178 P = 0.06	0.0611
Endometrium mit anliegendem Allantochorion des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.116101 + 0.000050371 x - 0.0001215 (x - 27.1272)^2$	r = 0.239 P = 0.83	0.0744
Endometrium mit anliegendem Allantochorion des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.055178 + 0.0021618 x - 0.000027657 (x - 20.9559)^2$	r = 0.329 P = 0.83	0.1163
Endometrium mit anliegendem Allantochorion des graviden Uterushorns nahe Corpus uteri	$y = 0.1004023 - 0.0001537 x - 0.000083657 (x - 25.3174)^2$	r = 0.213 P = 0.57	0.3392
Endometrium mit anliegendem Allantochorion des nicht-graviden Uterushorns nahe Corpus uteri	$y = 0.0489545 + 0.0025898 x - 0.000070449 (x - 20.3934)^2$	r = 0.312 P = 0.57	0.2581
Endometrium mit anliegendem Allantochorion des graviden Uterushorns in der Hornmitte	$y = 0.0574526 + 0.0015029 x - 0.000080566 (x - 20.6306)^2$	r = 0.413 P = 0.014	0.0940
Endometrium mit anliegendem Allantochorion des nicht-graviden Uterushorns in der Hornmitte	$y = 0.0200297 + 0.0041568 x - 0.0001697 (x - 16.3788)^2$	r = 0.592 P = 0.05	0.7467
Endometrium mit anliegendem Allantochorion des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.034766 + 0.0104324 x - 0.0021713 (x - 11.8261)^2$	r = 0.238 P = 0.50	0.4254
Endometrium mit anliegendem Allantochorion des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	nicht möglich (n. m.)	n. m.	0.6658
Myometrium des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.6755053 - 0.0016658 x - 0.0003529 (x - 27.1875)^2$	r = 0.185 P = 0.09	0.0052
Myometrium des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.5218821 + 0.0031078 x + 0.00007764 (x - 20.9559)^2$	r = 0.123 P = 0.89	0.1693
Myometrium des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.7295092 - 0.0041599 x - 0.0005107 (x - 25.4202)^2$	r = 0.219 P = 0.04	0.1398
Myometrium des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.4615114 + 0.005805 x - 0.000061255 (x - 20.3934)^2$	r = 0.172 P = 0.91	0.4465
Myometrium des graviden Uterushorns in der Hornmitte	$y = 0.603198 - 0.0024498 x - 0.0001114 (x - 20.5723)^2$	r = 0.112 P = 0.65	0.1551
Myometrium des nicht-graviden Uterushorns in der Hornmitte	$y = 0.3790636 + 0.0162207 x - 0.0013568 (x - 16.3788)^2$	r = 0.404 P = 0.02	0.4873
Myometrium des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = 0.1427172 + 0.033299 x - 0.0009101 (x - 11.4762)^2$	r = 0.074 P = 0.96	0.1525
Myometrium des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	n. m.	n. m.	0.8279
Myometrium unterhalb des Plazentoms des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.7396181 + 0.0001389 x - 0.000363 (x - 25.4682)^2$	r = 0.156 P = 0.91	0.0232
Myometrium unterhalb des Plazentoms des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.7156488 + 0.0007487 x - 0.0004507 (x - 21.2535)^2$	r = 0.139 P = 0.59	0.8233
Myometrium unterhalb des Plazentoms des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.7608244 + 0.0034166 x - 0.0009591 (x - 24.2467)^2$	r = 0.335 P = 0.05	0.5475
Myometrium unterhalb des Plazentoms des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.3853598 + 0.0167793 x - 0.0011097 (x - 20.9859)^2$	r = 0.382 P = 0.07	0.0223

Fortsetzung Tab. 1:

Gemessene Struktur	Regressionsgleichung	r P	Einfluss Alter der Kühe P
Myometrium unterhalb des Plazentoms in der Hornmitte des graviden Uterushorns	$y = 0.5519 + 0.0086501 x - 0.0003842 (x - 19.648)^2$	r = 0.311 P = 0.07	0.2257
Myometrium unterhalb des Plazentoms in der Hornmitte des nicht-graviden Uterushorns	$y = 0.4481007 + 0.0164439 x - 0.0009832 (x - 16.7945)^2$	r = 0.385 P = 0.09	0.6829
Myometrium unterhalb des Plazentoms des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = 0.1427172 + 0.033299 x - 0.0009101 (x - 11.4762)^2$	r = 0.504 P = 0.0089	0.0784
Myometrium unterhalb des Plazentoms des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = 0.4876223 + 0.0074911 x - 0.0014126 (x - 13.1667)^2$	r = 0.165 P = 0.71	0.5156
Länge der Plazentome des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.2070575 + 0.068774 x - 0.0004475 (x - 25.1391)^2$	r = 0.679 P < 0.0001	0.0490
Länge der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.0942497 + 0.0627629 x - 0.0017512 (x - 20.7979)^2$	r = 0.628 P < 0.0001	0.1527
Länge der Plazentome des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.174393 + 0.09901 x - 0.0031858 (x - 23.8774)^2$	r = 0.721 P < 0.0001	0.1830
Länge der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = -0.070426 + 0.0807486 x - 0.0005827 (x - 20.5)^2$	r = 0.678 P < 0.0001	0.0640
Länge der Plazentome in der Hornmitte des graviden Uterushorns	$y = -0.236997 + 0.1333977 x - 0.0040844 (x - 19.908)^2$	r = 0.782 P < 0.0001	0.4864
Länge der Plazentome in der Hornmitte des nicht-graviden Uterushorns	$y = -0.520172 + 0.1062556 x - 0.0020718 (x - 17.0787)^2$	r = 0.775 P < 0.0001	0.2101
Länge der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.211438 + 0.0609154 x + 0.0039558 (x - 12.0789)^2$	r = 0.758 P = 0.0006	0.4318
Länge der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.558536 + 0.0797089 x + 0.009789 (x - 13.75)^2$	r = 0.934 P < 0.0001	0.0010
Breite der Plazentome des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.6642062 + 0.0956541 x - 0.00138 (x - 25.1821)^2$	r = 0.674 P < 0.0001	0.0003
Breite der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.3441716 + 0.0853892 x - 0.0025062 (x - 20.7979)^2$	r = 0.648 P < 0.0001	0.0740
Breite der Plazentome des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.7715699 + 0.1002866 x - 0.0023179 (x - 23.8803)^2$	r = 0.763 P < 0.0001	0.0697
Breite der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.3123285 + 0.0953221 x - 0.002165 (x - 20.1724)^2$	r = 0.643 P < 0.0001	0.0489
Breite der Plazentome in der Hornmitte des graviden Uterushorns	$y = 0.452421 + 0.1322345 x - 0.004061 (x - 19.9482)^2$	r = 0.831 P < 0.0001	0.5013
Breite der Plazentome in der Hornmitte des nicht-graviden Uterushorns	$y = -0.385222 + 0.134742 x - 0.001884 (x - 17.011)^2$	r = 0.710 P < 0.0001	0.5662
Breite der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.049846 + 0.087355 x + 0.0082538 (x - 12.0789)^2$	r = 0.758 P = 0.0019	0.1971
Breite der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.773187 + 0.1207706 x + 0.0133635 (x - 13.8421)^2$	r = 0.926 P < 0.0001	0.0002
Länge der Karunkelstiele des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.2106289 + 0.0278475 x + 0.0003006 (x - 26.1883)^2$	r = 0.523 P < 0.0001	0.7978
Länge der Karunkelstiele des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.1933243 + 0.0211762 x - 0.000643 (x - 21.2989)^2$	r = 0.428 P < 0.0001	0.6384
Länge der Karunkelstiele des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.1752735 + 0.0454785 x - 0.0019235 (x - 24.6214)^2$	r = 0.645 P < 0.0001	0.9406
Länge der Karunkelstiele des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = -0.09016 + 0.0388461 x + 0.0005758 (x - 21.0241)^2$	r = 0.674 P < 0.0001	0.6232
Länge der Karunkelstiele in der Hornmitte des graviden Uterushorns	$y = -0.148863 + 0.066702 x - 0.0015694 (x - 20.6009)^2$	r = 0.638 P < 0.0001	0.9947
Länge der Karunkelstiele in der Hornmitte des nicht-graviden Uterushorns	$y = -0.223191 + 0.0474697 x - 0.0007244 (x - 18.1408)^2$	r = 0.697 P < 0.0001	0.9785

Fortsetzung von Tab. 1:

Gemessene Struktur	Regressionsgleichung	r P	Einfluss Alter der Kühe P
Länge der Karunkelstiele des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.639865 + 0.0824716 x + 0.000051685 (x - 12.9375)^2$	r = 0.840 P = 0.0028	0.0050
Länge der Karunkelstiele des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.051414 + 0.0245694 x + 0.0016491 (x - 14.1429)^2$	r = 0.742 P = 0.0055	0.0536
Breite der Karunkelstiele des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.3193055 + 0.0331706 x - 0.0006605 (x - 26.2565)^2$	r = 0.543 P < 0.0001	0.0021
Breite der Karunkelstiele des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.066245 + 0.0368366 x - 0.0010474 (x - 21.2273)^2$	r = 0.563 P < 0.0001	0.5493
Breite der Karunkelstiele des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.3754771 + 0.0313019 x - 0.0005321 (x - 24.7279)^2$	r = 0.579 P < 0.0001	0.126
Breite der Karunkelstiele des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.2991113 + 0.0257437 x - 0.0000199 (x - 21.0741)^2$	r = 0.458 P < 0.0001	0.9696
Breite der Karunkelstiele in der Hornmitte des graviden Uterushorns	$y = 0.2556824 + 0.0430597 x - 0.0011896 (x - 20.641)^2$	r = 0.684 P < 0.0001	0.3419
Breite der Karunkelstiele in der Hornmitte des nicht-graviden Uterushorns	$y = 0.065851 + 0.0393913 x - 0.0012909 (x - 17.7733)^2$	r = 0.643 P < 0.0001	0.7239
Breite der Karunkelstiele des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.470911 + 0.0823167 x - 0.0044482 (x - 12.9375)^2$	r = 0.805 P = 0.0010	0.0010
Breite der Karunkelstiele des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.381779 + 0.0578899 x + 0.0045875 (x - 14.1429)^2$	r = 0.796 P = 0.0019	0.0156
Länge zw. Karunkelstiel- und Plazentomspitze des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.3949837 + 0.0273505 x - 0.0005971 (x - 26.2052)^2$	r = 0.613 P < 0.0001	0.0574
Länge zw. Karunkelstiel- und Plazentomspitze des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.047511 + 0.0011127 x - 0.00005162 (x - 20.7407)^2$	r = 0.415 P < 0.0001	0.7415
Länge zw. Karunkelstiel- und Plazentomspitze des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.0576261 + 0.0007867 x - 0.000062179 (x - 23.9545)^2$	r = 0.678 P < 0.0001	0.7789
Länge zw. Karunkelstiel- und Plazentomspitze des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.0791313 + 0.0397787 x - 0.000703 (x - 21.0241)^2$	r = 0.690 P < 0.0001	0.9416
Länge zw. Karunkelstiel- und Plazentomspitze in der Hornmitte des graviden Uterushorns	$y = 0.1337149 + 0.0568512 x - 0.0019577 (x - 20.641)^2$	r = 0.758 P < 0.0001	0.6087
Länge zw. Karunkelstiel- und Plazentomspitze in der Hornmitte des nicht-graviden Uterushorns	$y = -0.140595 + 0.0544053 x - 0.0018661 (x - 17.76)^2$	r = 0.779 P < 0.0001	0.0435
Länge zw. Karunkelstiel- und Plazentomspitze des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.147163 + 0.0491057 x + 0.0014478 (x - 12.7647)^2$	r = 0.687 P = 0.0717	0.0641
Länge zw. Karunkelstiel- und Plazentomspitze des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = -0.252021 + 0.0459505 x + 0.0042895 (x - 14.1429)^2$	r = 0.926 P < 0.0001	0.0249
Randsaum der Plazentome des graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.0537515 + 0.0007778 x - 0.000037663 (x - 25.1977)^2$	r = 0.381 P = 0.0015	0.0003
Randsaum der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns zervixnah	$y = 0.045781 + 0.0012052 x - 0.000062428 (x - 20.7979)^2$	r = 0.323 P = 0.0016	0.1076
Randsaum der Plazentome des graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.0576261 + 0.0007867 x - 0.000062179 (x - 23.9545)^2$	r = 0.389 P < 0.0001	0.0005
Randsaum der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe des Corpus uteri	$y = 0.0456414 + 0.0014157 x - 0.0000831 (x - 20.5579)^2$	r = 0.354 P = 0.0005	0.0075
Randsaum der Plazentome in der Hornmitte des graviden Uterushorns	$y = 0.0498961 + 0.0012293 x - 0.000056468 (x - 19.98)^2$	r = 0.469 P < 0.0001	0.1225
Randsaum der Plazentome in der Hornmitte des nicht-graviden Uterushorns	$y = 0.0296458 + 0.002292 x - 0.000038214 (x - 17.1136)^2$	r = 0.549 P < 0.0001	0.7650
Randsaum der Plazentome des graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	$y = 0.0405018 + 0.0009266 x - 0.000092414 (x - 12.0294)^2$	r = 0.150 P = 0.4048	0.0312
Randsaum der Plazentome des nicht-graviden Uterushorns nahe der Hornspitze	n. m.	n. m.	0.0498

6.2.5 Echogenität der fetalen Flüssigkeiten

6.2.5.1 Allantoisflüssigkeit

Die Echogenität der Allantoisflüssigkeit veränderte sich über den Verlauf der Trächtigkeit nicht wesentlich. Bis zur 21. Woche der Gravidität stellte sich die Allantoisflüssigkeit sonographisch anechogen dar und wurde deshalb beständig in Grad 4 eingeteilt. Ab der 21. Trächtigkeitswoche waren wenige hyperechogene, frei schwimmende Partikel in der anechogenen Allantoisflüssigkeit sichtbar. Die Echogenität der Allantoisflüssigkeit lag ab der 21. Gestationswoche bis zur Geburt zwischen Grad 3 und 4. Ab der 40. Woche der Gravidität war die Allantoisflüssigkeit durch eine stärkere Echogenität gekennzeichnet (Abb. 102). Das Alter der Kühe hatte keinen Einfluss auf die Echogenität der Allantoisflüssigkeit.

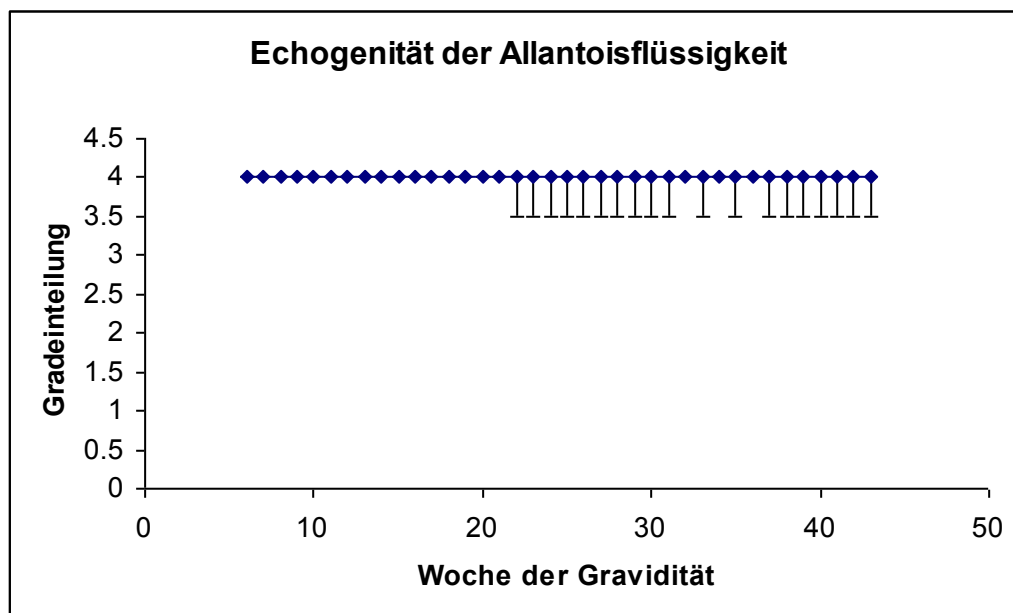


Abb. 102 Verlauf der Echogenität der Allantoisflüssigkeit (Median sowie maximale und minimale Echogenität) von der 6. bis zur 43. Woche der Gravidität.

6.2.5.2 Amnionflüssigkeit

Im Gegensatz zur Allantoisflüssigkeit veränderte sich die Echogenität der Amnionflüssigkeit deutlicher im Laufe der Gravidität. Bis zur 19. Trächtigkeitswoche stellte sich die Amnionflüssigkeit sonographisch anechogen, d.h. schwarz dar und hatte beständig Grad 4. Ab der 19. Woche der Gravidität nahm die Echogenität mit fortschreitender Trächtigkeit langsam zu. Zwischen der 20. und 25. Woche der Gravidität hatte die Amnionflüssigkeit zunehmend Grad 3 und stellte sich auf dem Ultraschallbild dunkelgrau mit wenigen hyperechogenen Strukturen dar. Ab der 25. Woche der Gravidität bis kurz vor der Geburt lag die Echogenität der Amnionflüssigkeit beständig zwischen Grad 2 und 3. Viele kleine, hyperechogene Partikel flotierten in der halbechogenen bis hypoechogenen Flüssigkeit (siehe Abb. 2). Etwa 2 Wochen ante partum wies die Amnionflüssigkeit beständig Grad 2 auf und stellte sich sonographisch hyperechogen mit vielen hyperechogenen Strukturen dar (Abb. 103). Das Alter der Kühe beeinflusste signifikant die Echogenität der Amnionflüssigkeit ($P < 0.001$). Bei älteren Kühen lag eine höhere Echogenität der Amnionflüssigkeit vor.

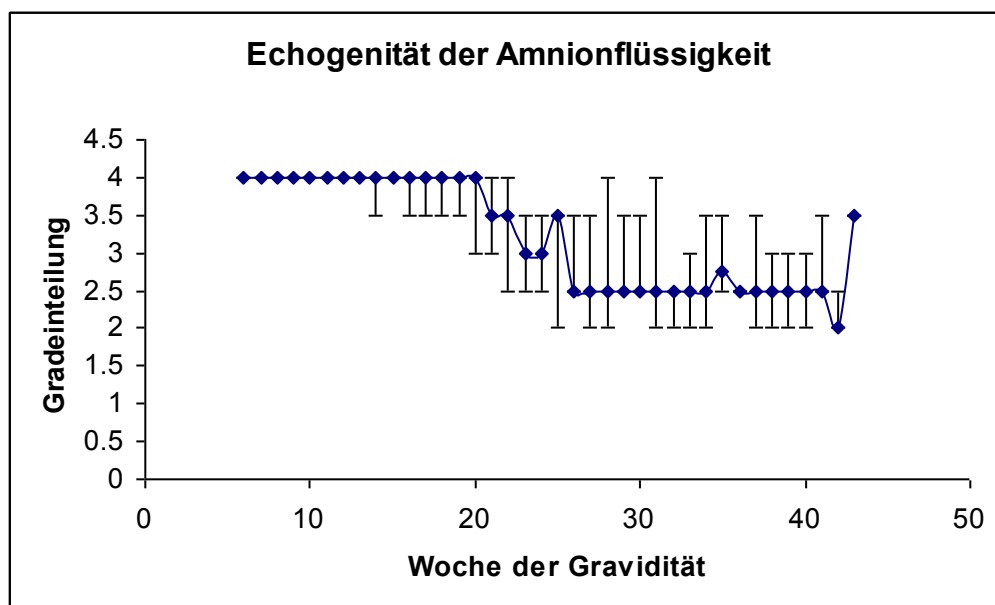


Abb. 103 Verlauf der Echogenität der Amnionflüssigkeit (Median sowie maximale und minimale Echogenität) von der 6. bis zur 43. der Gravidität.

7 Diskussion

7.1 Sonographische Anatomie der bovinen Plazenta

In Übereinstimmung mit KOHAN-GHADR et al. (2008) konnten in der vorliegenden Studie bei physiologisch verlaufenden Graviditäten durchweg runde und ovale Plazentome sonographisch dargestellt werden, wobei gegen Ende der Trächtigkeit überwiegend oval geformte Plazentome auftraten. In ihren anatomischen Studien trächtiger Schlachtuteri erkannten LAVEN und PETERS (2001) zwei unterschiedliche Plazentomformen: Flache Plazentome und ovale bis kugelförmige Plazentome. Für die flachen Plazentome war eine ebene Oberfläche charakteristisch; zudem bestanden sie, nach Aussagen der Autoren, hauptsächlich aus Karunkelgewebe und weniger aus fetalem Gewebe. In allen Trächtigkeitsstadien waren flache Plazentome häufiger im fruchttragenden als im nicht-fruchttragenden Uterushorn auffindbar. In Anbetracht der Tatsache, dass mittels Ultrasonographie ermittelte Werte in vivo nur schlecht mit postmortalen Befunden vergleichbar sind (KAULFUSS et al. 1998), ist es durchaus möglich, dass sich die Form der Plazentome post mortem erheblich verändern kann. Dies kann auf den Blutverlust während der Schlachtung, den damit abfallenden Blutdruck und ein Kollabieren der blutführenden Gefäße in den Karunkeln zurückzuführen sein. Daher ist ein Vergleich sonographisch dargestellter Plazentome mit solchen an exenterierten Organen vorsichtig zu betrachten. In der vorliegenden Studie konnte eine gute Vergleichbarkeit mit den in Wasserbad sonographisch untersuchten und den in Wasser eingefrorenen Uteri erzielt werden. Durch die in Wasser eingefrorenen Uteri wurden ähnlich physiologische Verhältnisse, wie sie in vivo herrschen, geschaffen. Dies ergab auf den Fotos der Gefrierschnitte ein naturgetreues Bild der anatomischen Strukturen, die sich detailgetreu mit den sonoanatomischen Abbildungen vergleichen liessen.

Bei Trächtigkeiten mit geklonten Kälbern wurden verschiedene Abnormitäten der Plazentome bezüglich Form und Umriss festgestellt. Vor allem nach der zweiten Hälfte des letzten Trimesters waren unregelmässig geformte Plazentome darstellbar. Der die Plazentome umgebende Randsaum erschien in der Ultraschalluntersuchung zackig und stark ödematös verdickt. Zusätzlich zum stark hyperechogenen Randsaum waren innerhalb der insgesamt hyperechogen erscheinenden Plazentome hypoechogene Höhlen und Streifen erkennbar. Mit Fortschreiten der Gravidität wurden diese sonographischen Auffälligkeiten ausgeprägter (KOHAN-GHADR et al. 2008). In der vorliegenden Arbeit konnte zu keinem Zeitpunkt der Gravidität unregelmässig geformte Plazentome dargestellt werden. Die Plazentome waren stets rund oder oval. Der Randsaum umgab die Plazentome als eine dünne, höchstens ein Millimeter dicke, hyperechoge-

ne Linie mit glatter Oberfläche. Im Innern der Plazentome war der Karunkelstiel schon in der Frühgravidität sonographisch erkennbar. Im Laufe der Gravidität veränderte er seine Form und Echogenität. In der Frühgravidität erschien er echogen und hatte eine halbkreisförmige Struktur. Mit Fortschreiten der Gravidität wurde seine Form zunehmend baumartig und die Echogenität wechselte zu hypoechogen bis anechogen in der Spätgravidität. Im Vergleich zu den sonographischen Untersuchungen von KÄHN (1991), der in der fortgeschrittenen Gravidität nur gelegentlich den Karunkelstiel erkannte und ihn als eine baumartige echointensivere Struktur ausmachte, konnte mit Hilfe eines in dieser Studie verwendeten 8-MHz-Linearschallkopfs eine deutliche Verbesserung in der Darstellung kleiner Strukturen erreicht werden. Die Veränderung des Karunkelstiels von echogen in der Frühgravidität zu hypo- bzw. anechogen im fortgeschrittenen Stadium der Trächtigkeit beruht auf der zunehmenden Vaskularisierung der Karunkeln im Laufe der Gravidität (RÜSSE 1991, SCHNORR 1996). Die Blutgefäße, die im Karunkelstiel verlaufen und die Placenta materna versorgen, stellen sich auf dem Ultraschallbild dunkelgrau bis schwarz dar. Meist konnte der Karunkelstiel durch eine hauchdünne, echogene Linie vom umliegenden Plazentomgewebe abgegrenzt werden. Das Plazentomgewebe war von mittelgradiger Echogenität gekennzeichnet, was auch KÄHN (1991) bei seinen sonographischen Trächtigkeitsuntersuchungen feststellte.

7.2 Uteruswanddicke mit anliegendem Allantochorion (Chorion laeve) im interkarunkulären Bereich (CTUP)

Seit vielen Jahren werden routinemässig ultrasonographische Untersuchungen der Plazenta in der Pferdegynäkologie durchgeführt, um möglichst frühzeitig Stuten mit Risikoträchtigkeiten zu identifizieren. Ein Verfahren zur Beurteilung der Plazenta stellt die transrektale sonographische Vermessung der kombinierten Dicke aus Uterus und Plazenta, der CTUP (Combined Thickness of Uterus and Placenta), dar. Bei intakten Graviditäten ermittelten RENAUDIN et al. (1997, 1999) ab dem 4. Trächtigkeitsmonat Grenzwerte für die CTUP entsprechend des jeweiligen Gestationsmonats bis zur Geburt. Liegt die CTUP oberhalb des 95%igen oberen Konfidenzintervalls des jeweiligen Trächtigkeitsmonats, so kann von einer Schädigung der Plazenta, z. B. aufgrund einer aufsteigenden Infektion aus dem äusseren Genitaltrakt, ausgegangen werden. Bei der Ursache für die Zunahme der CTUP handelt es sich entweder um eine Plazentitis oder um ein Plazentaödem. In weiter fortgeschrittenen Fällen kann sich die Plazenta im Bereich der Zervix uteri vom Endometrium lösen und ist sonographisch als eine im Fruchtwasser schwimmende echogene Linie erkennbar. Lassen sich sonographisch derartige Plazentaveränderungen

darstellen, so muss mit Aborten oder vorzeitigen Geburten gerechnet werden (RENAUDIN et al. 1999, LEBLANC et al. 2004).

In der vorliegenden Arbeit wurde erstmals die Uteruswanddicke mit anhaftendem Allanto-chorion (Chorion laeve) im interkarunkulären Bereich (CTUP) bei intakten Graviditäten bei Rindern untersucht. Wie in der Studie von RENAUDIN et al. (1999) beschrieben, erfolgte die Messung der Dicke der Plazenta und Uteruswand an der ventralen Wand des Corpus uteri nahe der Zervix. Die Messungen der CTUP fanden zwischen der 12. und 43. Trächtigkeitswoche statt. Während des untersuchten Zeitraumes war keine Zunahme der CTUP feststellbar. Die CTUP-Werte lagen über den gesamten Verlauf der Gravidität zwischen 0.40 und 1.00 cm. Zudem bestand eine grosse Streuung der Messergebnisse. Diese Untersuchungsergebnisse bei Kühen unterscheiden sich deutlich von denen bei Stuten, bei denen zwischen dem 10. und 12. Trächtigkeitsmonat eine signifikante Zunahme der CTUP stattfindet (RENAUDIN et al. 1999). Diese Unterschiede können auf die verschiedene Verteilung und Anordnung der Zotten des Chorions bei den Plazenten von Stuten und Kühen beruhen. Bei der Placenta diffusa des Pferdes sind die Zotten gleichmässig über das gesamte Chorion verteilt und haften an dem Endometrium. Beim Rind bilden sich auf dem Chorion Zotten büschelweise aus, den sogenannten Kotyledonen, die sich mit den Uteruskarunkeln zu Plazentomen vereinigen. Das restliche Chorion ist zottenfrei (Chorion laeve). Im Gegensatz zu den Studien beim Pferd wurde in der vorliegenden Arbeit die Uteruswanddicke mit anhaftendem Allantochorion bzw. Chorion laeve im interkarunkulären Bereich, d.h. die CTUP an zottenfreien Abschnitten gemessen. Aufgrund der unterschiedlichen äusseren Form der Plazenta bei Pferd und Rind und der Messung der CTUP beim Pferd an zottenbesetzten und beim Rind an zottenfreien Abschnitten des Chorions ist ein direkter Vergleich der CTUP zwischen diesen beiden Tierarten als vorsichtig zu betrachten und bedarf weiterer Abklärungen. Die vorliegenden Ergebnisse zeigen, dass bei physiologisch verlaufenden Trächtigkeiten beim Rind die CTUP nicht gestationsabhängig zuzunehmen scheint. Zurzeit kann beim Rind keine Aussage darüber gemacht werden, ab welchem CTUP-Wert eine pathologische Trächtigkeit vorliegt. Die Messergebnisse der vorliegenden Arbeit können als Ausgangswerte für physiologische Trächtigkeiten dienen, um mögliche pathologische Graviditäten zu identifizieren. Daher bedarf es weitere Untersuchungen vor allem bei pathologisch verlaufenden Trächtigkeiten, um einen Grenzwert der CTUP festzulegen, bei dem eine Plazentitis oder eine andere Plazentapathologie vorliegt.

7.3 Struktur und Dicke des Endometriums mit anliegendem Allantochorion

Das Endometrium konnte zusammen mit dem anliegenden Allantochorion bereits ab der 7. Woche der Gravidität im fruchttragenden Uterushorn als eine hauchdünne, echogene Linie dargestellt werden. Allerdings war das Endometrium in der Frühgravidität sonographisch nicht immer eindeutig vom Myometrium zu unterscheiden. Ab der 9. Woche der Gravidität gelang die Unterscheidung zwischen den beiden Strukturen zuverlässig und das Endometrium hob sich über den gesamten Verlauf der Trächtigkeit als eine feine, echogene Linie vom hypoechogen erscheinenden Myometrium ab. Das Endometrium vom graviden und nicht-graviden Uterus scheint sich sonographisch nicht zu unterscheiden, denn KÄHN (1991) machte das Endometrium beim nicht-graviden Uterus ebenfalls als eine im Zentrum liegende, helle Linie aus.

Die Dicke des Endometriums zeigte keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Lokalisation im Uterus selbst oder im Vergleich des fruchttragenden zum nicht-fruchttragenden Uterushorn. Ausserdem war keine Korrelation zum Zeitpunkt der Gravidität erkennbar. Das Endometrium war während der gesamten Trächtigkeit zwischen 0.02 und 0.20 cm dick.

7.4 Struktur und Dicke des Myometriums

Das Myometrium liess sich im fruchttragenden Uterushorn bereits in der 7. Woche der Gravidität sonographisch deutlich darstellen. Es zeigte sich im Ultraschallbild körnig mit unterschiedlich strukturierten Grautönen und war zu jedem Zeitpunkt der Trächtigkeit zuverlässig darstellbar. In der fortgeschrittenen Gravidität traten im dunkelgrau erscheinenden Myometrium zahlreiche körnige, echogene Strukturen auf. Diese entsprechen vermutlich Anschnitten der starken Gefäss-Bindegewebsschicht (Stratum vasculosum). Über das Stratum vasculosum sind die zwei Schichten des Myometriums, das stark entwickelte innere Stratum musculare circulare und das äussere Stratum musculare longitudinale miteinander verbunden. In dem Stratum vasculosum liegen zahlreiche grössere Arterien, Venen und Lymphgefässe (LEISER 1990). Werden diese Gefässe sonographisch als Querdurchmesser getroffen, sind sie als echogene, körnige Strukturen darstellbar. Das sonographische Bild des Myometriums zeigte keine Veränderungen im Laufe der Gravidität. KÄHN (1991) beschrieb das sonographische Bild des Myometriums im nicht-graviden Uterus ebenfalls als körnig mit unterschiedlichen Grautönen. Somit ähnelt sich das sonographische Erscheinungsbild des Myometriums bei graviden und nicht-graviden Uteri.

Die Dicke des Myometriums veränderte sich nicht im Laufe der Trächtigkeit und lag relativ konstant zwischen 0.30 und 0.90 cm. Dies kann mit der progesteronbedingten Ruhigstellung des Uterus während der Gravidität zusammenhängen. Dadurch wird die Kontraktilität des Myometriums stark herabgesetzt (LEISER 1990). Da keine Unterschiede in der myometrialen Dicke

bezüglich der Lokalisation im Uterus und auch keine Korrelation zur Woche der Gravidität bestand, eignet sich die Dicke des Myometriums nicht für die Einschätzung des Trächtigkeitsstadiums.

7.5 Struktur und Dicke des Myometriums unterhalb von Plazentomen

Das sonographische Erscheinungsbild des Myometriums unterhalb eines Plazentoms ähnelte dem Myometrium ohne aufsitzendem Plazentom. Das Myometrium zeigte sich auf dem Ultraschallbild körnig, mit unterschiedlichen Grautönen. Die Darstellung und Vermessung des Myometriums unterhalb eines Plazentoms war abhängig von der sonographischen Abbildung von Plazentomen. Das Myometrium mit aufsitzendem Plazentom konnte bereits in der 6. Woche der Gravidität im Hornbereich des fruchttragenden Uterushorns dargestellt werden. Zwei Wochen später erfolgte die Darstellung des Myometriums distal von Plazentomen im Bereich des Corpus und der Hornspitze und in der 9. Woche der Gravidität im Zervixbereich des fruchttragenden Uterushorns. Im nicht-fruchttragenden Uterushorn verzögerte sich die Darstellung des Myometriums unterhalb von Plazentomen um weitere drei bis vier Wochen. Im weiteren Verlauf der Trächtigkeit wurden keine sonographischen Veränderungen des Myometriums distal von Plazentomen festgestellt.

Die Dicke des Myometriums unterhalb von Plazentomen veränderte sich im Laufe der Trächtigkeit kaum und lag zum grössten Teil zwischen 0.40 und 1.00 cm. Bis zur 22. bzw. 23. Woche der Gravidität schien das Myometrium allerdings an Dicke geringfügig zuzunehmen, von der 24. bis 28. Trächtigkeitswoche zu stagnieren und gegen Ende der Trächtigkeit entweder die erlangte Dicke beizubehalten oder geringgradig abzunehmen. Die leichtgradige Zunahme der Dicke des Myometriums in der Mitte der Gravidität könnte durch eine Hypertrophie und Hyperplasie der glatten Muskelzellen erklärt werden, denn unter langandauernder Progesteroneinwirkung während der Trächtigkeit nehmen die Muskelfasern an Anzahl und Grösse zu (LEISER 1990, BOOS et al. 2003). Die geringgradige Abnahme der Dicke des Myometriums gegen Ende der Trächtigkeit könnte mit einer starken Dehnung der Uteruswand aufgrund der zunehmenden Grösse des Kalbes und der Fruchtwassermenge in Zusammenhang stehen.

7.6 Vermessung der Plazentome

In der vorliegenden Arbeit wiesen die Plazentome zu jedem Trächtigkeitszeitpunkt eine grössere Breite als Höhe auf, was auf einer eher ovalen als runden Form der Plazentome, insbesondere in der fortgeschrittenen Gravidität, beruht.

CURRAN et al. (1986b) konnten erstmals Plazentome um den 35. Tag der Gravidität sonographisch darstellen. Ihre Messungen ergaben zu diesem Zeitpunkt der Trächtigkeit eine durchschnittliche Breite von 0.58 ± 0.05 cm und Höhe von 0.21 ± 0.02 cm. In der eigenen Arbeit gelang die sonographische Darstellung eines Plazentoms zu Beginn der 6. Woche, also ab dem 42. Tag der Gravidität. Das Plazentom entsprach in diesem frühen Trächtigkeitsstadium mit einer Breite von 0.61 cm und einer Höhe von 0.42 cm den gemessenen Werten von CURRAN et al. (1986b).

In der gleichen Untersuchung konnte ein Grössenwachstum der Plazentome bis zum 60. Trächtigkeitstag mit einer durchschnittlichen Breite von 1.9 ± 0.18 cm festgestellt werden (CURRAN et al. 1986b). In der eigenen Studie erreichten erst ab dem 77. Trächtigkeitstag vereinzelt Plazentome eine Breite von 2.00 cm im fruchttragenden Uterushorn. Die durchschnittliche Breite lag zu diesem Zeitpunkt der Trächtigkeit bei 1.73 ± 0.34 cm und die durchschnittliche Höhe bei 0.85 ± 0.19 cm. Um den 56. Trächtigkeitstag hatten die vermessenen Plazentome im Bereich des Corpus uteri auf der Seite des fruchttragenden Uterushorns eine durchschnittliche Breite von 0.96 ± 0.26 cm und eine durchschnittliche Höhe von 0.47 ± 0.05 cm. In der darauffolgenden Woche waren die Plazentome durchschnittlich 1.07 ± 0.44 cm breit und 0.51 ± 0.14 cm hoch; die grösste gemessene Breite betrug zu diesem Zeitpunkt 1.40 cm und die Höhe 0.83 cm. Die unterschiedlichen Breiten zum gleichen Trächtigkeitstag könnten mit der Ausmessung der Plazentome an verschiedenen Lokalisationen des Uterus zusammenhängen. Möglicherweise könnte auch das Alter der Kühe sowie die Rasse eine Rolle spielen. CURRAN et al. (1986b) untersuchten ausschliesslich Holstein Friesian Färsen im Alter von 1.5 bis 2 Jahren. In der vorliegenden Studie handelte es sich hauptsächlich um Schweizer Braunviehkühe mit einem durchschnittlichen Alter von 8.1 ± 3.7 Jahren.

Die in der Hornspitze lokalisierten Plazentome waren im Vergleich zu Plazentomen im Bereich der Mitte des Horns, des Corpus uteri und der Zervix am kleinsten. Zudem bestand ein signifikanter Unterschied in der Grösse der Plazentome zwischen dem fruchttragenden und dem nicht-fruchttragenden Uterushorn. Die Plazentome im graviden Uterushorn wiesen im Bereich der Zervix, des Corpus uteri und der Hornmitte eine grössere Breite und Höhe auf als Plazentome an den vergleichbaren Lokalisationen des nicht-graviden Uterushorns. Zu den gleichen Ergebnissen kamen LAVEN und PETERS (2001), die makroskopische Untersuchungen an trächtigen Schlachtuteri durchführten. Sie stellten fest, dass sowohl die durchschnittliche Plazentombreite als auch die Anzahl der Plazentome zu jedem Zeitpunkt der Gravidität im fruchttragenden Uterushorn signifikant grösser waren als im nicht-fruchttragenden Uterushorn. Zudem lagen Grössenunterschiede der Plazentome in Abhängigkeit von der Lokalisation vor: Plazentome, die

sich im Bereich der Uterushornspitze befanden, waren am kleinsten. Die von ihnen untersuchten Schlachtuteri stammten hauptsächlich von Holstein Friesian Kühen.

Die Höhen- und Breitenmessung der Plazentome ergab in der vorliegenden Arbeit eine Wachstumskurve, die ab der 30. Woche der Gravidität in ein Plateau auslief. Im Bereich des Corpus uteri und im fruchttragenden Uterushorn nahm die Höhe und Breite der Plazentome bis zur 26. oder 27. Woche der Gravidität kontinuierlich zu und zeigte bis zur 30. oder 31. Trächtigkeitswoche ein stark verlangsamtes Wachstum. Ab der 31. Graviditätswoche bis zur Geburt war kein deutliches Höhen- und Breitenwachstum der Plazentome erkennbar. Auch im Bereich der Hornspitze fand eine kontinuierliche Höhen- und Breitenzunahme der Plazentome bis zur letztmalig möglichen Messung in der 23. Woche der Gravidität statt. Im Zervixbereich dagegen schien das kontinuierliche Wachstum der Plazentome die gesamte Trächtigkeit hindurch bis zur Geburt anzuhalten.

Im nicht-fruchttragenden Uterushorn fand im Bereich der Zervix, des Corpus uteri und des Horns ebenfalls eine kontinuierliche Höhen- und Breitenzunahme der Plazentome statt, die bis zur 30. oder 32. Trächtigkeitswoche anhielt. Anschliessend war kein deutliches Wachstum der Plazentome mehr erkennbar und die Wachstumskurven liefen in ein Plateau aus. Auch im Bereich der Hornspitze nahm das Wachstum der Plazentome bis zur letzten möglichen Messung in der 19. Woche der Gravidität einen kontinuierlichen Verlauf. Es scheint, dass im nicht-fruchttragenden Uterushorn das konstante Wachstum der Plazentome um ein bis drei Wochen länger andauert als im fruchttragenden Uterushorn. Der Wachstumsverlauf der Plazentome im nicht-fruchttragenden Uterushorn sollte ab der 33. Woche der Gravidität jedoch vorsichtig betrachtet werden, weil ab diesem Zeitpunkt der Trächtigkeit nur noch unregelmässige und vereinzelte Messungen transrektal möglich waren.

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit stimmen mit den Befunden der Studie von KOHANGHADR et al. (2008) überein. Sie verglichen mit Hilfe des Ultraschalls die Plazenta von Trächtigkeiten mit geklonten Embryonen mit durch künstliche Besamung oder Embryotransfer entstandenen Graviditäten. Übereinstimmend mit den eigenen Ergebnissen stellten sie bei physiologisch verlaufenden Trächtigkeiten bei Rindern eine kontinuierliche Grössenzunahme der Plazentome bis zum 190. Trächtigkeitstag fest, was der 26. Graviditätswoche entspricht. Ab dem 190. Trächtigkeitstag erreichte die Wachstumskurve ein Plateau. Wie in der eigenen Studie untersuchten auch sie Plazentome im fruchttragenden Uterushorn im Bereich der Zervix, des Corpus uteri und des Horns. Die Grösse der Plazentome im Bereich des graviden Horns wurde transabdominal ermittelt, die im zervix- und korpusnahen Bereich gelegenen Plazentome

wurden auf transrektalem Wege gemessen. Allerdings wurde die Grössenzunahme der Plazentome an den jeweiligen Lokalisationen des Uterushorns nicht differenziert untersucht.

Ebenso stellten LAVEN und PETERS (2001) bei ihren makroskopischen Untersuchungen an trächtigen Schlachtuteri fest, dass im graviden Uterushorn die Länge von Plazentomen bis zum 190. Trächtigkeitstag kontinuierlich zunahm und danach deutlich nachliess. Plazentome zwischen dem 190. und 280. Graviditätstag zeigten keine signifikanten Unterschiede in der Länge. Ein ähnliches, jedoch weniger ausgeprägtes Wachstumsverhalten konnten sie im nicht-graviden Uterushorn nachweisen.

Bei Trächtigkeiten mit geklonten Kälbern wurde ebenfalls ein konstantes Längenwachstum der Plazentome festgestellt, das jedoch über den 190. Trächtigkeitstag bis zur Geburt fortbestand (KOHAN-GHADR et al. 2008). Die Plazentome waren grösser und länger, ihre Anzahl kleiner als bei physiologisch verlaufenden Graviditäten. Zudem waren ab dem 210. Trächtigkeitstag zahlreiche kleine, physiologisch geformte Plazentome von unter einem Zentimeter Länge in der Nähe des Fetus sonographisch darstellbar. Diese sogenannten Miniplazentome waren bei physiologischen Graviditäten sonographisch nicht auffindbar.

In der eigenen Arbeit waren in der fortgeschrittenen Gravidität Plazentome von unterschiedlicher Grösse sonographisch darstellbar, jedoch waren in Übereinstimmung mit KOHAN-GHADR et al. (2008) keine Miniplazentome von unter einem Zentimeter Länge ab der 30. Trächtigkeitswoche feststellbar.

Aus den Erkenntnissen der eigenen Studie sowie der von KOHAN-GHADR et al. (2008) könnten anhand der Grösse der Plazentome für das jeweilige Trächtigkeitsstadium Rückschlüsse auf die Intaktheit der Gravidität gezogen werden. In beiden Studien wiesen die Plazentome bei physiologischen Trächtigkeiten ab der 30. Woche der Gravidität bis zur Geburt eine maximale Breite von 4.5 bis 5.5 cm auf. Vereinzelt waren Plazentome mit einer Breite von über 6 oder 7 cm und einer Höhe von 7 oder 8 cm sonographisch auffindbar. Bei den transabdominalen Vermessungen von Plazentomen in der letzten Gestationswoche bei physiologischen Trächtigkeiten lag die Breite von Plazentomen zwischen 6.9 und 12.3 cm und die Höhe zwischen 3.3 und 5.7 cm (BUCZINSKI et al. 2011). Die deutlich breiteren Plazentome in der Studie von BUCZINSKI et al. (2011) könnten mit der Lokalisation der Plazentome zusammenhängen. Aufgrund der Topographie des trächtigen Uterus in der Spätträchtigkeit könnten bei der abdominalen Sonographie vermehrt Plazentome, die in der Nähe des Fetus liegen, getroffen werden. Nach LAVEN und PETERS (2001) sind diejenigen Plazentome am grössten, die dem Konzeptus am nächsten liegen. Anhand den Erkenntnissen der eigenen Studie ist mit der transrektalen Sonographie in der Spätphase der Gravidität der Uterus verglichen mit seiner

Gesamtgrösse nur eingeschränkt sonographisch darstellbar. Die transrektal sonographisch vermessenen Plazentome liegen demnach vom Fetus weit entfernt. Möglicherweise könnte auch die Rasse für die deutlich breiteren Plazentome in der Studie von BUCZINSKI et al. (2011) eine Rolle spielen, denn sie untersuchten ausschliesslich Rinder der Rasse Holstein Friesen. Die Mehrheit der Tiere waren Kühe.

Nach KOHAN-GHADR et al. (2008) fand bei durch Klonierung entstandenen Trächtigkeiten ein konstantes Längenwachstum der Plazentome während der gesamten Gravidität statt und die Länge der vermessenen Plazentome lag ab der 30. Trächtigkeitswoche zwischen 6 und 10 cm. Zusätzlich traten bei solchen Graviditäten Veränderungen im sonographischen Erscheinungsbild der Plazentome, der fetalen Membranen, der Echogenität der fetalen Flüssigkeiten sowie ihrer Menge auf. Da im Verlauf dieser Trächtigkeiten gehäuft Aborte oder lebensschwach geborene Kälber auftraten, stuft KOHAN-GHADR et al. (2008) diese Graviditäten als pathologisch ein. Die in der vorliegenden Arbeit erhobenen Daten – die Höhen- und Breitenmessung der Plazentome sowie ihre beschriebene Sonoanatomie – können als Grundlage für die Beschreibung physiologischer Trächtigkeiten dienen. Treten sonographische Abweichungen in Form und Grösse der Plazentome anhand der erhobenen Daten für die jeweilige Trächtigkeitswoche auf, so könnten diese auf eine mögliche Risikoträchtigkeit hinweisen.

Bei den Ergebnissen der vorliegenden Studie waren deutliche Korrelationen zwischen der Höhe und der Breite der Plazentome und der Woche der Gravidität feststellbar ($r = 0.63$ bis 0.93). Der Höhen- und der Breitendurchmesser von Plazentomen, die im nicht-fruchttragenden Uterushorn nahe der Hornspitze lokalisiert waren, besaßen die engste Korrelation zum Trächtigkeitsstadium ($r = 0.934$ bzw. 0.926). Die Vermessung der Plazentome an dieser Lokalisation des Uterus könnte zwischen der 9. und 19. Woche der Gravidität für die Bestimmung des Trächtigkeitszeitpunktes geeignet sein. Ebenfalls enge Korrelationen zur Länge der Trächtigkeit zeigten der Breitendurchmesser ($r = 0.83$) und der Höhendurchmesser ($r = 0.78$) von Plazentomen, die sich im Bereich der Hornmitte des fruchttragenden Uterushorns befanden. Bei beiden Parametern lag eine geringe Streuung der Ergebnisse bis zur 27. Woche der Gravidität vor. Somit können diese Parameter zwischen der 6. und der 35. Woche der Gravidität als ein geeignetes Kriterium für die Bestimmung des Trächtigkeitsstadiums bezeichnet werden. Eine vergleichbar hohe Korrelation zum Zeitpunkt der Trächtigkeit besaßen der Breitendurchmesser ($r = 0.76$) und der Höhendurchmesser ($r = 0.72$) von Plazentomen, die im fruchttragenden Uterushorn nahe des Corpus uteri lokalisiert waren. Als ebenso geeignet für die Gestationsaltersbestimmung stellte sich die Vermessung der Plazentome nahe der Zervix im fruchttragenden Uterushorn heraus. Sowohl der Höhendurchmesser ($r = 0.68$) als auch der Breitendurchmesser ($r = 0.67$) der Plazentome waren

während der gesamten Gravidität zuverlässig sonographisch darstellbar, allerdings besaßen beide eine weniger gute Korrelation zum Zeitpunkt der Trächtigkeit. Aufgrund der zuverlässigen sonographischen Darstellung der Plazentome an diesen Lokalisationen im fruchttragenden Uterushorn während der gesamten Gravidität können diese gut für die Bestimmung des Trächtigkeitsstadiums von der 8. Gestationswoche bis zur Geburt verwendet werden.

Es bestand bei den Ergebnissen der vorliegenden Studie zum Teil deutliche Abweichungen der Einzelwerte untereinander an den jeweiligen Untersuchungstagen. Diese Streuung der Ergebnisse könnte darauf beruhen, dass die Grösse der Plazentome vor allem in der fortgeschrittenen Gravidität stark variierte. Auffallend war dabei, dass in der Spätphase der Gravidität sowohl grosse als auch kleine Plazentome festzustellen waren. Diese Beobachtung ist in Übereinstimmung mit KAULFUSS et al. (1998), die in ihren sonographischen Untersuchungen zum Plazentomwachstum bei trächtigen Schafen ebenfalls kleine und grosse Plazentome im gesamten Uterus feststellten.

Anhand den Erkenntnissen der vorliegenden Studie kann die Vermessung von Plazentomen, die im fruchttragenden Uterushorn sowie im Bereich des Corpus uteri lokalisiert sind, eine geeignete Methode für die Bestimmung des Trächtigkeitsstadiums im Zeitraum zwischen der 6. bis zur 27. Woche der Gravidität darstellen. Ab der 27. Woche der Gravidität sollte die grössere Streubreite der Höhen- und Breitendurchmesser von Plazentomen berücksichtigt werden. Durch Messung mehrerer Plazentome und Ermittlung des Mittelwertes kann eine Verbesserung in der Vorhersage des voraussichtlichen Geburtstermins erzielt werden. Der Breitendurchmesser von Plazentomen des fruchttragenden Uterushorns scheint aufgrund der engen Korrelation ($r = 0.83$) und der geringen Streuung sowie der zuverlässigen sonographischen Darstellung von Plazentomen bis zur 35. Woche der Gravidität am besten für die Einschätzung des Trächtigkeitsstadiums geeignet.

7.7 Vermessung der Karunkelstiele

Die sonographische Darstellung der Karunkelstiele gelang bereits in der 7. und 8. Woche der Gravidität bei vereinzelt Plazentomen in der Hornmitte des fruchttragenden Uterushorns. In der 9. Trächtigkeitswoche waren bei den meisten Plazentomen die Karunkelstiele sonographisch gut erkennbar und liessen sich anschliessend bis zum Ende der Gravidität zuverlässig darstellen. Die Längen- und Breitenmessung der Karunkelstiele ergab eine Wachstumskurve, die derjenigen der Plazentome ähnelte. An fast allen Lokalisationen des gesamten Uterus nahm die Länge und Breite der Karunkelstiele bis zur 26. bis 27. Woche der Gravidität kontinuierlich zu. Zwischen der 28. und 31. Trächtigkeitswoche war ein stark verlangsamtes Längen- und

Breitenwachstum zu verzeichnen. Anschliessend fand bis zum Gestationsende kein nennenswertes Wachstum statt und die Wachstumskurve lief in ein Plateau aus. Nur im Zervixbereich des fruchttragenden Uterushorns schien die kontinuierliche Längen- und Breitenzunahme der Karunkelstiele analog zum Wachstum der Plazentome bis zum Ende der Trächtigkeit anzuhalten.

Zwischen der Länge und Breite der Karunkelstiele und der Woche der Gravidität war eine Korrelation vorhanden ($r = 0.43$ bis 0.84). Der Längsdurchmesser ($r = 0.84$) sowie der Breitenmesser ($r = 0.81$) von Karunkelstielen innerhalb von Plazentomen, die im fruchttragenden Uterushorn nahe der Hornspitze lokalisiert waren, besaßen die engste Korrelation zum Zeitpunkt der Trächtigkeit.

7.8 Vermessung der Länge von der Karunkelstielspitze bis zur Plazentomspitze

Die Vermessung der Länge zwischen der Karunkelstielspitze und dem äussersten Ende des Plazentoms war abhängig von der sonographischen Darstellung des Karunkelstiels. Die Vermessung dieses Parameters war immer dann möglich, wenn der Karunkelstiel innerhalb des Plazentoms sonographisch darstellbar war. Somit wurde die Länge zwischen der Karunkelstiel- und Plazentomspitze erstmals in der 7. Woche der Gravidität im Hornbereich des fruchttragenden Uterushorns vermessen. Die untersuchte Länge nahm kontinuierlich an allen Lokalisationen des Uterus bis zur 26. oder 28. Trächtigkeitswoche zu und zeigte zwischen der 28. und 31. Woche der Gravidität ein deutlich verlangsamtes Wachstum. Ab der 31. Graviditätswoche bis zur Geburt konnte kein deutliches Wachstum mehr festgestellt werden und die Wachstumskurve endete in ein Plateau. Im Bereich der Hornspitze des fruchttragenden und des nicht-fruchttragenden Uterushorns fand ebenfalls eine kontinuierliche Längenzunahme bis zur letztmalig möglichen Messung in der 23. Woche der Gravidität statt. Es bestanden zwischen der vermessenen Länge und der Woche der Gravidität sehr unterschiedliche Korrelationen ($r = 0.42$ bis 0.93). Die Länge von der Karunkelstiel- bis zur Plazentomspitze, die innerhalb von Plazentomen im nicht-fruchttragenden Uterushorn nahe der Hornspitze gemessen wurde, besaß die engste Korrelation zur Woche der Gravidität ($r = 0.93$). Sie kann jedoch für die Einschätzung des Trächtigkeitsstadiums als nicht geeignet bezeichnet werden, weil an dieser Lokalisation des Uterus nur eine geringe Anzahl messbarer Plazentome vorlagen. Zudem waren Messungen nur zwischen der 9. und der 19. Woche der Gravidität möglich. Eine ebenfalls enge Korrelation zum Zeitpunkt der Trächtigkeit zeigte die untersuchte Länge bei Plazentomen, die sich im fruchttragenden Uterushorn befanden ($r = 0.76$). Somit scheint sich dieser Parameter, auch aufgrund der

geringen Streuung der Ergebnisse, für die Einschätzung des Trächtigkeitsstadiums zwischen der 7. und 35. Woche der Gravidität zu eignen.

7.9 Messung des hyperechogenen Randsaums der Plazentome

Nach Angaben in der Literatur sind die Plazentome im 2. und 3. Drittel der Gravidität durch einen 1 bis 2 mm schmalen, sehr echogenen Randsaum umgeben (KÄHN 1991). In der vorliegenden Arbeit gelang die sonographische Darstellung des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen bereits in der Frühgravidität. So war im fruchttragenden Horn bereits in der 6. Woche der Gravidität der Randsaum von Plazentomen in der Nähe des Embryos als eine hauchdünne, echogene Linie erkennbar. Zu diesem frühen Zeitpunkt der Gravidität hatte der echogene Randsaum der Plazentome eine durchschnittliche Dicke von 0.037 ± 0.01 cm. Mit Ausnahme der Plazentome, die sich in der Hornspitze befanden, nahm die Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen, die im fruchttragenden Horn im Bereich der Zervix, des Corpus uteri und der Hornmitte lokalisiert waren, geringgradig bis zur 26. Woche der Gravidität zu und erreichte durchschnittliche Werte von 0.076 ± 0.01 cm. Danach war keine Vergrößerung der Dicke des echogenen Randsaums erkennbar. Die vermessene Dicke des Randsaums lag bei den meisten Plazentomen über die gesamte Trächtigkeit im Bereich von 0.03 bis 0.10 cm. Dabei überschritt die vermessene Dicke des echogenen Randsaums zu keinem Zeitpunkt der Gravidität den Messwert von 0.13 cm. Der Randsaum der Plazentome stellte sich während der gesamten Trächtigkeit als eine glatte, echogene Linie dar und konnte mit Hilfe des 8.0 MHz-Linearschallkopfes exakt dargestellt werden.

In einer vergleichenden Studie von durch Klonierung entstandenen Trächtigkeiten mit durch künstliche Besamung oder Embryotransfer hervorgerufenen Graviditäten konnten sonographische Unterschiede bezüglich des echogenen Randsaums der Plazentome festgestellt werden (KOHAN-GHADR et al. 2008). Bei fast allen Trächtigkeiten mit geklonten Embryonen insbesondere nach der zweiten Hälfte des letzten Trimesters wiesen die Plazentome stark verdickte und hyperechogene Randsäume auf, die zudem eine unregelmässige und zottige Struktur hatten. Neben weiteren Anomalien der Plazenta, der fetalen Membranen und der Fruchtblüssigkeiten war diese sonographische Auffälligkeit des echogenen Randsaums von Plazentomen gehäuft mit Aborten vergesellschaftet.

Bei den Ergebnissen der vorliegenden Studie bestand keine enge Korrelation zwischen der Dicke des hyperechogenen Randsaums von Plazentomen und der Woche der Gravidität ($r = 0.15$ bis 0.55). Somit kann dieser Parameter nicht für die Einschätzung des Trächtigkeitstadiums empfohlen werden. Allerdings kann die Dicke des hyperechogenen Randsaums sowie ihr

Aussehen Hinweise auf die Intaktheit einer Gravidität geben (KOHAN-GHADR et al. 2008). Weist die Dicke des echogenen Randsaums Werte von über 0.13 cm auf und zeigt ihre Oberfläche Unregelmässigkeiten oder gar eine zottige Struktur, so könnte bei Vorliegen weiterer Plazentaveränderungen eine Störung der Trächtigkeit vorliegen.

7.10 Echogenität der fetalen Flüssigkeiten

In der vorliegenden Studie konnte zu jedem Zeitpunkt der Trächtigkeit eindeutig zwischen der Allantois- und der Amnionflüssigkeit unterschieden werden. Die Allantoisflüssigkeit zeigte im Verlauf der Trächtigkeit keine wesentliche Veränderung. Bis zur 21. Woche der Gravidität war sie im Ultraschallbild als anechogene Flüssigkeit darstellbar, ab der 21. Trächtigkeitswoche bis zur Geburt traten vereinzelt echogene, frei schwimmende Partikel auf. Im Gegensatz dazu veränderte sich die Echogenität der Amnionflüssigkeit deutlich über den Zeitraum der Gravidität. Die in der Frühgravidität anechogene Amnionflüssigkeit zeigte ab der Mitte der Trächtigkeit wenige echogene, frei flotierende Partikel in hypoechogener Flüssigkeit. Mit fortschreitender Gravidität nahm sowohl die Anzahl echogener Partikel als auch die Echogenität der Flüssigkeit rasch zu. Wenige Wochen vor der Geburt zeigte sich die Amnionflüssigkeit hyperechogen und es konnten Turbulenzen innerhalb der Fruchtblüssigkeit beobachtet werden. Auch in anderen Studien wurden ähnliche Beobachtungen gemacht (KOHAN-GHADR et al. 2008). Es konnte ebenfalls eine Zunahme der Echogenität der Amnionflüssigkeit in der fortgeschrittenen Gravidität festgestellt werden. Um den Geburtstermin zeigte die Amnionflüssigkeit ihre höchste Echogenität. Auch bei Trächtigkeitsuntersuchungen bei Pferden wurden entsprechende Befunde erhoben (RENAUDIN et al. 1999, BUCCA et al. 2005). Bei einer physiologischen Gravidität sind beim Pferd ab dem 4. Gestationsmonat bis zur Geburt sowohl in der Allantois- als auch in der Amnionflüssigkeit echogene, frei schwimmende Partikel darstellbar. Dabei enthält die Amnionflüssigkeit mehr und kleinere echogene Partikel als die Allantoisflüssigkeit.

Die in der Allantoisflüssigkeit flotierenden echogenen Partikel könnten auf eine gesteigerte Aktivität der fetalen Nieren sprechen. Der fetale Urin gelangt über den Urachus in die Allantois. Dort kommt es zu einer Anreicherung von Kalzium in hohen Konzentrationen (ROBERTS 1986). Die höhere Echogenität der Amnion- gegenüber der Allantoisflüssigkeit kann in der Frühgravidität auf abgeschilfteres Epithel des Amnions und auf Urin, im weiteren Verlauf der Trächtigkeit zusätzlich auf Speichel und Sekretion aus dem Nasopharynx des Fetus zurückgeführt werden. In der fortgeschrittenen Gravidität scheidet die Haut des equinen Fetus Käse- schmiere aus, das die Echogenität der Amnionflüssigkeit deutlich ansteigen lässt (ROBERTS 1986).

Eine abweichende Echogenität der Amnionflüssigkeit konnte sowohl bei normal verlaufenden equinen Graviditäten als auch bei Trächtigkeiten mit einer diagnostizierten Plazentitis festgestellt werden (REEF et al. 1996). Für RENAUDIN et al. (1999) und LEBLANC et al. (2004) kann eine plötzlich zunehmende Echogenität der fetalen Flüssigkeiten beim Pferd auf eine Störung der Gravidität hinweisen und mit Plazentaablösung, Infektion und fetaler Hypoxie in Zusammenhang stehen. Bei Rindern wurden bei abnormal verlaufenden Trächtigkeiten neben Anomalien der Plazentome auch Ödeme der fetalen Membranen sowie eine ungewöhnlich grosse Menge an fetaler Flüssigkeit gefunden (KOHAN-GHADR et al. 2008). Die qualitative Beurteilung fetaler Flüssigkeiten mit Hilfe des Ultraschalls stellte für die Autoren ein wertvolles Mittel für die Einschätzung fetaler Gesundheit dar, auch wenn sie keine eindeutige Vorhersage über den weiteren Verlauf der Gravidität erlaubte. Zu dem ähnlichen Schluss kamen ADAMS-BRENDEMUEHL und PIPERS (1987) beim Pferd, die die Beurteilung der Menge der Amnionflüssigkeit allein oder zusammen mit anderen Parametern wie Grösse und Gewicht des Fetus als einen zuverlässigen Indikator für fetale Wachstumsretardierung betrachteten.

Die Beurteilung der Echogenität der fetalen Flüssigkeiten mit Hilfe des tranrektalen Ultraschalls könnte auch beim Rind ein wertvolles Mittel sein, um Störungen einer Gravidität zu erkennen. Zusätzlich könnten weitere Untersuchungsparameter wie das sonographische Erscheinungsbild der Plazenta und des Allantoamnions helfen, die Intaktheit einer Gravidität und letztendlich die fetale Gesundheit einzuschätzen. Bisher sind jedoch systematische Untersuchungen an gestörten Trächtigkeiten beim Rind kaum durchgeführt worden, um Abweichungen von den in der vorliegenden Arbeit gewonnenen Ergebnissen bei intakten Graviditäten zu erkennen.

7.11 Schlussfolgerung

Die sonographische Plazentometrie ist ein geeignetes, nicht-invasives Untersuchungsverfahren zur Darstellung der Plazentaentwicklung beim Rind, das zu jedem Zeitpunkt der Gravidität anwendbar ist. Das in der vorliegenden Arbeit diagnostizierte Wachstumsverhalten der Plazentome entspricht den Angaben aus der Literatur, in denen die Plazentome bis etwa zur 27. Woche der Gravidität kontinuierlich an Grösse zunehmen und anschliessend kein nennenswertes Wachstum bis zur Geburt aufzeigen (KOHAN-GHADR et al. 2008). Ein ähnliches Wachstumsverhalten lag bei den Karunkelstielen sowie bei der Länge von der Karunkelstiel- bis zur Plazentomspitze vor. Das Endometrium samt anhaftendem Allantochorion und das Myometrium zeigten während der gesamten Trächtigkeit keine deutlichen Veränderungen bezüglich ihres sonographischen Erscheinungsbildes und ihrer Dicke.

Aus den Erkenntnissen dieser Studie hinsichtlich der zuverlässigen Darstellung von Plazentomen, der engen Korrelation zur Gestationslänge sowie der geringen Streuung der Ergebnisse scheint der Breitendurchmesser von Plazentomen des fruchttragenden Uterushorns für die Einschätzung des Trächtigkeitsstadiums am besten geeignet zu sein. Somit kann dieser Parameter für die Bestimmung der Trächtigkeitslänge zwischen der 6. bis zur 35. Woche der Gravidität empfohlen werden. In Anbetracht der Tatsache, dass insbesondere in der fortgeschrittenen Gravidität neben grossen Plazentomen auch solche mit weitaus geringerer Grösse vorliegen, sollten mehrere Plazentome in ihrer Breite vermessen und der Mittelwert ermittelt werden. Da insbesondere im Zeitraum von der 20. bis zur 28. Trächtigkeitswoche der Fetus bei der transrektalen Ultraschalluntersuchung nicht immer zuverlässig darstellbar ist, könnte auch in diesem Zeitraum eine Bestimmung der Gestationsdauer durch die Vermessung der Plazentome möglich sein. Zu den übrigen Zeitpunkten können zusätzlich fetometrische Ultraschalluntersuchungen durchgeführt werden (KÄHN 1989).

Für die Plazentaevaluation beim Rind sollten alle sonographisch darstellbaren placentaren Strukturen beurteilt werden. Die Grösse und das Aussehen der Plazentome können wertvolle Hinweise auf die Intaktheit der Trächtigkeit liefern. Bei den physiologischen Graviditäten waren ausschliesslich runde bis kugelförmige oder ovale Plazentome von mittelgradiger Echogenität sonographisch darstellbar. Ab der 30. Trächtigkeitswoche bis zur Geburt wiesen die Plazentome eine mittlere Breite von 3.99 ± 0.91 cm und eine durchschnittliche Höhe von 3.73 ± 1.17 cm auf. Nur vereinzelt waren Plazentome mit einer Breite von über 6 oder 7 cm und einer Höhe von 7 bis 8 cm sonographisch auffindbar. Die Plazentome waren von einem dünnen, höchstens 0.13 cm schmalen, hyperechogenen Randsaum umgeben, dessen Oberfläche stets glatt erschien. Der in der Frühgravidität echogene, halbkreisförmige Karunkelstiel entwickelte sich mit fortschreitender Gravidität zu einer zunehmend baumartigen Struktur. Zusätzlich veränderte sich seine Echogenität im Laufe der Trächtigkeit. Mit fortschreitender Gravidität wurde er zunehmend hypo- bis anechogen.

Anhand der in der vorliegenden Arbeit beschriebenen sonoanatomischen Struktur der Plazenta bei physiologisch verlaufenden Trächtigkeiten wird es möglich sein, Veränderungen der Plazenta besser zu erkennen. So könnte die ultrasonographische Trächtigkeitsuntersuchung bei landwirtschaftlichen Betrieben mit erhöhter Abortrate in der bestandesmedizinischen Betreuung eine wichtige Rolle spielen.

8 Literaturverzeichnis

ADAMS-BRENDEMUEHL, C. and F.S. PIPERS (1987): Antepartum evaluations of the equine fetus. *J. Reprod. Fertil. Suppl.* 35, 565-573.

BARR, F. (1992): Grundlagen des diagnostischen Ultraschalls. In: *Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze*. Ed. F. Barr. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, New York, 1-10.

BERTOLINI, M. and G.B. ANDERSON (2001): The placenta as a contributor to production of large calves. *Theriogenology* 57, 181-187.

BERTOLINI, M., J.B. MASON, S.W. BEAM, G.F. CARNEIRO, M.L. SWEEN, D.J. KOMINEK, A.L. MOYER, T.R. FAMULA, R.D. SAINZ and G.B. ANDERSON (2002): Morphology and morphometry of in vivo- and in vitro-produced bovine concepti from early pregnancy to term and association with high birth weights. *Theriogenology* 58, 973-994.

BETTERIDGE, K.J., M.D. EAGLESOME, G. C.B., RANDALL and D. MITCHELL (1980): Collection, description and transfer of embryos from cattle 10 – 16 days after oestrus. *J. Reprod. Fert.* 59, 205-216.

BRAUN, U. (1997): Grundlagen der Ultraschalldiagnostik. In: *Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind*. Hrsg.: U. Braun. Verlag Paul Parey, Berlin, 1-8.

BOSS, A., V. JANSEN and C. MÜLLING (2003): Proliferation and apoptosis in bovine placentomes during pregnancy and around induced and spontaneous parturition as well as in cows retaining the fetal membranes. *Reproduction* 126, 469-480.

BUCCA, S., U. FOGARTY, A. COLLINS and V. SMALL (2005): Assessment of feto-placental well-being in the mare from mid-gestation to term: Transrectal and transabdominal ultrasonographic features. *Theriogenology* 64, 542-557.

BUCKRELL, B.C. (1988): Applications of ultrasonography in reproduction in sheep and goats. *Theriogenology* 29, 71-84.

BUCKRELL, B.C., B.N. BONNETT and W.H. JOHNSON (1986): The use of real-time ultrasound rectally for early pregnancy diagnosis in sheep. *Theriogenology* 25, 665-673.

BUCZINSKI, S., G. FECTEAU, R.C. LEFEBVRE and L.C. SMITH (2011): Assessment of fetal well-being in cattle by ultrasonography in normal, high-risk, and cloned pregnancies. *Can Vet J* 52, 136-141.

CHAFFAUX, S., F. VALON et J. MARTINEZ (1982): Evolution de l'image échographique du produit de conception chez la vache. *Bull. Acad. vét. Fr.* 55, 213-221.

CHAVEZ MORENO, J., C.S. CHAVEZ und K. BICKHARDT (1996): Fetale Herzfrequenzmessung und sonographische Fetometrie zur Bestimmung des Trächtigkeitsstadiums beim Schaf. *Dtsch. Tierärztl. Woch.* 103, 449-488.

CURRAN, S., R.A. PIERSON and O.J. GINTHER (1986 a): Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 10 through 20. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 189, 1289-1294.

CURRAN, S., R.A. PIERSON and O.J. GINTHER (1986 b): Ultrasonographic appearance of the bovine conceptus from days 20 through 60. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 189, 1295-1302.

DANTZER, V. and R. LEISER (1998): Placentation. In : *Textbook of Veterinary Histology*, 5th ed., Eds. H.D. Dellmann and J.A. Eurell. Williams & Wilkins, Baltimore, Maryland, USA, 270-286.

DAVIDSON, A.P., T.G. NYLAND and T. TSUTSUI (1986): Pregnancy diagnosis with ultrasound in the domestic cat. *Vet. Radiol.* 27, 109-114.

DOBRINSKI, W. und H. KREMER (1982): Verschiedene Arten von B-Bild-Geräten und einige ihrer technischen Eigenschaften. In: *Sonographische Diagnostik innerer Erkrankungen*. Hrsg.: H. Kremer. Verlag Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 8-25.

DOIZÉ, F., D. VAILLANCOURT, H. CARABIN and D. BÉLANGER (1997): Determination of gestational age in sheep and goats using transrectal ultrasonographic measurement of placentomes. *Theriogenology* 48, 449-460.

EBERSPÄCHER, J. (1991): Ultraschall in der bildgebenden Diagnostik. *Prakt. Tierarzt* 72, 739-744.

ELCHALAL, U., Y. EZRA, Y. LEVI, B. BAR-OZ, N. YANAI, O. INTRATOR and M. NADJARI (2000): Sonographically thick placenta: a marker for increased perinatal risk – a prospective cross-sectional study. *Placenta* 21, 268-272.

ENGLAND, G.C.W. and A.E. YEAGER (1993): Ultrasonographic appearance of the ovary and uterus of the bitch during oestrus, ovulation and early pregnancy. *J. Reprod. Fert., Suppl.* 47, 107-117.

FLÜCKIGER, M. (1990): Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze. 1. Funktionsweise, Geräte, biologische Wirkung. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 132, 275-282.

FLÜCKIGER, M., P. KRAMERS, U. HIRT, K. HUTER-WISSLER und S. ARNOLD (1988): Früherfassung der Trächtigkeit bei der Hündin. *J. Vet. Med. Assoc.* 35, 450-454.

FRITSCH, R. und M. GERWING (1993): Sonographie bei Hund und Katze. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 3-9.

GÜNZEL-APEL, A.-R. und B. HEINZE (2001): Trächtigkeit und Geburt, Gesäuge – Pathologische Trächtigkeit, Embryonale Fruchtresorption, Fetalen Fruchttod. In: *Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze*. Hrsg.: C. Poulsen Nautrup und R. Tobias. Schlüter-sche, Hannover, 311-313.

HASSLER, D. (1984): Physik und Technik der Ultraschalldiagnostik. In: *Die Ultraschalldiagnostik in der Schwangerschaft*. 3. Aufl., Hrsg.: H.-J. Holländer. Verlag Urban & Schwarzenberg, München, Wien, Baltimore, 3-37.

HEINZE, B., A.-R. GÜNZEL-APEL und H.-O. HOPPEN (1994): Ultrasonographische Darstellung des graviden und nicht graviden Uterus der Hündin unter Zuordnung der erhobenen Befunde zum Ovulationstermin. *Reprod. Dom. Anim.* 29, 262.

HODDICK, W.K., B.S. MAHONY, P.W. CALLEN and R.A. FILLY (1985): Placental Thickness. *J. Ultrasound Med.* 4, 479-482.

JAUNIAUX, E., B. RAMSY and S. CAMPBELL (1994): Ultrasonographic investigation of placental morphologic characteristics and size during the second trimester of pregnancy. *Am. J. Obstet. Gynecol.* 170, 130-137.

KÄHN, W. (1985): Zur Trächtigkeitsdiagnose beim Rind mittels Ultraschall. Tierärztl. Umschau 40, 472-477.

KÄHN, W. (1989): Sonographic fetometry in the bovine. Theriogenology 31, 1105-1121.

KÄHN, W. (1990): Sonographic imaging of the bovine fetus. Theriogenology 33, 385-396.

KÄHN, W. (1991): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik: Gynäkologische Untersuchung und Reproduktion; Pferd, Rind, Schaf, Ziege, Schwein, Hund, Katze. Schlütersche, Hannover.

KÄHN, W., W. LEIDL und R. RIENMÜLLER (1989): Die Kammerung des Rinderuterus während der Frühgravidität. Ein Vergleich morphologischer, sonographischer und kernspintomographischer Befunde. J. Vet. Med. A. 36, 641-652.

KAULFUSS, K.H., K. UHLICH und U. GILLE (1998): Ultrasonographische Untersuchungen zum Plazentomwachstum beim trächtigen Schaf. Deut. Tierärztl. Woch. 105, 137-172.

KEALY, K.J. and H. MCALLISTER (2005): The abdomen – the female genital tract. In: Diagnostic Radiology and Ultrasonography of the Dog and Cat. 4th edition, Eds. J. Kevin Kealy and H. McAllister, Elsevier Saunders, St. Louis, Missouri, USA, 156-168.

KELLEMAN, A.A., S.L. LUZNAR, G.D. LESTER, D.L. PACCAMONTI and M.M. LEBLANC (2002): Evaluation of transrectal ultrasonographic combined thickness of the uterus and placenta (CTUP) in a model of induced ascending placentitis in late gestation in the pony mare. Theriogenology 58, 845-848.

KIKUTANI, M., K. ISHIHARA and T.ARAKI (2003): Value of ultrasonography in the diagnosis of placental abruption. J. Nippon Med. Sch. 70, 227-233.

KOHAN-GHADR, H.R., R.C. LEFEBVRE, G. FECTEAU, L.C. SMITH, B.D. MURPHY, J. SUZUKI JUNIOR, C. GIRARD and P. HÉLIE (2008): Ultrasonographic and histological characterization of the placenta of somatic nuclear transfer-derived pregnancies in dairy cattle. Theriogenology 69, 218-230.

LAVEN, R.A. and A.R. PETERS (2001): Gross morphometry of bovine placentome during gestation. Reprod. Dom. Anim. 36, 289-296.

LEBLANC, M., M. MACPHERSON and P. SHEERIN (2004): Ascending Placentitis: What we know about pathophysiology, diagnosis, and treatment. AAEP Proceedings, Vol. 50, 127-143.

LEISER, R. (1990): Weibliche Geschlechtsorgane. In: Zytologie, Histologie und mikroskopische Anatomie der Haussäugetiere, Hrsg.: W. Mosimann und T. Kohler. Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 241-245.

LÜERSEN, D. und M. JANTHUR (2001): Gebärmutter und Scheide – Anatomische Grundlagen und sonographische Normalbefunde. In: Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik bei Hund und Katze, Hrsg.: C. Poulsen Nautrup und R. Tobias. Schlütersche, Hannover, 260-272.

MCKINNON, A.O., E.L. SQUIRES and B.W. PICKETT (1988): Uterine pathology. In: Equine Reproductive Ultrasonography, Animal Reproduction Laboratory, Bulletin No. 04, Colorado State University, Fort Collins, 31-40.

MATTOON, J.S. and T.G. NYLAND (2002): Ovaries and uterus. In: Small animal diagnostic ultrasound. 2nd edition, Eds. T.G. Nyland and J.S. Mattoon, W.B. Saunders Company, Philadelphia, Pennsylvania, USA, 231-249.

NAGY, S., M. BUSH, J. STONE, R.H. LAPINSKI and S. GARDÓ (2003): Clinical significance of subchorionic and retroplacental hematomas detected in the first trimester of pregnancy. The American College of Obstetricians and Gynecologists 102, 94-100.

PIERSON, R.A. and O.J. GINTHER (1984a): Ultrasonography for detection of pregnancy and study of embryonic development in heifers. Theriogenology 22, 225-233.

PIERSON, R.A. and O.J. GINTHER (1984b): Ultrasonography of the bovine ovary. Theriogenology 21, 495-504.

PIPERS, F.S. and C.S. ADAMS-BRENDEMUEHL (1984): Techniques and applications of transabdominal ultrasonography in the pregnant mare. J. Am. Vet. Med. Assoc. 185, 766-771.

PYCZAK, T. (1990): Einsatzmöglichkeiten der Sonographie in der gynäkologischen und geburtshilflichen Diagnostik bei Hund und Katze. Vet. med. Diss., München.

REDLINE, R.W., D. HELLER, S. KEATING and J. KINGDOM (2005): Placental diagnostic criteria and clinical correlation – a workshop report. *Placenta* 26, Supplement A, 114-117.

REEF, V.B., W.E. VAALA, L.T. WORTH, P.A. SERTICH and P.L. SPENCER (1996): Ultrasonographic assessment of fetal well-being during late gestation: development of an equine biophysical profile. *Equine Vet. J.* 28, 200-8.

REEVES, J.J., N.W. RANTANEN and M. HAUSER (1984): Transrectal real-time ultrasound scanning of the cow reproductive tract. *Theriogenology* 21, 485-494.

RENAUDIN, C.D., I.K.M. LIU, M.H.T. TROEDSSON and M.D. SCHRENZEL (1999 a): Transrectal ultrasonographic diagnosis of ascending placentitis in the mare: a report of two cases. *Equine Vet. Educ.* 11, 69-74.

RENAUDIN, C.D., M.H.T. TROEDSSON and C.L. GILLIS (1999b): Transrectal ultrasonographic evaluation of the normal equine placenta. *Equine Vet. Educ.* 11, 75-76.

RENAUDIN, C.D., M.H.T. TROEDSSON, C.L. GILLIS, V.L. KING and A. BODENA (1997): Ultrasonographic evaluation of the equine placenta by transrectal and transabdominal approach in the normal pregnant mare. *Theriogenology* 47, 559-573.

ROBERTS, S.J. (1986): Gestation period-embryology, fetal membranes and placenta toxicology. In: *Veterinary Obstetrics and Genital Diseases*. 2nd edition, Eds. S.J. Roberts, Michigan, Edwards Brothers, 38-92.

RÜSSE, I. (1991): Frühgravidität, Implantation und Plazentation. In: *Lehrbuch der Embryologie der Haustiere*. Hrsg.: I. Rüsse und F. Sinowatz. Verlag Paul Parey, Berlin, Hamburg, 153-206.

SCHÄFER, D. (2001): Trächtigkeit und Geburt, Gesäuge – Physiologische Trächtigkeit, Vorbemerkungen. In: *Atlas und Lehrbuch der Ultraschall Diagnostik bei Hund und Katze*, Hrsg.: C. Poulsen Nautrup und R. Tobias. Schlütersche, Hannover, 290-292.

SCHÄFER, D. und C. POULSEN NAUTRUP (2001): Trächtigkeit und Geburt, Gesäuge – Physiologische Trächtigkeit, Frühträchtigkeit, Fetalentwicklung. In: *Atlas und Lehrbuch der Ultraschall Diagnostik bei Hund und Katze*, Hrsg.: C. Poulsen Nautrup und R. Tobias. Schlütersche, Hannover, 293-304.

SCHNORR, B. (1996): Plazentation beim Säuger und Embryonalhüllen beim Vogel. In: Embryologie der Haustiere: ein Kurzlehrbuch, 3. Aufl., Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 66-99.

SPIRT, B.A., E.H. KAGAN and R.M. ROZANSKI (1979): Sonographic anatomy of the normal placenta. J Clin Ultrasound 7, 204-207.

TAVERNE, M.A.M., O. SZENCI, J. SZÉTAG and A. PIROS (1985): Pregnancy diagnosis in cows with linear-array real-time ultrasound scanning: a preliminary note. Vet Quart 7, 264-270.

TONGSONG, T. and P. BOONYANURAK (2004): Placental thickness in the first half of pregnancy. J Clin Ultrasound 32, 231-234.

WHITE, I.R., A.J.F. RUSSEL, I.A., WRIGHT and T.K. WHYTE (1985): Real-time ultrasonic scanning in the diagnosis of pregnancy and the estimation of gestational age in cattle. Vet. Rec. 117, 5-8.

WHITTLE, W., V. CHADDHA, P. WYATT, B. HUPPERTZ and J. KINGDOM (2006): Ultrasound detection of placental insufficiency in women with 'unexplained' abnormal maternal serum screening results. Clin. Genet. 69, 97-104.

9 Anhang

9.1 Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
CI	confidence interval, Konfidenzintervall
cm	Zentimeter
CTUP	Combined Thickness of Uterus and Placenta
d.h.	das heisst
kHz	Kilohertz
lat.	lateinisch
MHz	Megahertz
mm	Millimeter
mW	Milliwatt
n. m.	nicht möglich
sec	Sekunde
SSL	Scheitel-Steiss-Länge
Tab.	Tabelle
z. B.	zum Beispiel
%	Prozent

9.2 Untersuchungsprotokoll

Untersuchungsprotokoll

Datum:

Kuh:	
Besamungstag:	
Trächtigkeitswoche	
Ultraschallgerät:	
Sonde:	

Fruchttragendes Uterushorn

Zervixnah	CTUP	Myometrium zw. Plazen- tomen	Endometrium mit Allanto- chorion zw. Plazentomen	Myometrium Plazentom	Höhe Plazentom	Breite Plazentom	Länge Karunkel- stiel	Breite Karunkel- stiel	Länge ab Karunkel- stiel bis Spitze Pla- zentom	Hyper- echogener Randsaum
Plazentom										
Plazentom										
Plazentom										

Nahe Corpus uteri	Myometrium zw. Plazen- tomen	Endometrium mit Allanto- chorion zw. Plazentomen	Myometrium Plazentom	Höhe Plazentom	Breite Plazentom	Länge Karunkel- stiel	Breite Karunkel- stiel	Länge ab Karunkel- stiel bis Spitze Plazentom	Hyperchogener Randsaum
Plazentom									
Plazentom									
Plazentom									

Fortsetzung Untersuchungsprotokoll:

Horn	Myometrium zw. Plazen- tomen	Endometrium mit Allanto- chorion zw. Plazentomen	Myometrium Plazentom	Höhe Plazentom	Breite Plazentom	Länge Karunkel- stiel	Breite Karunkel- stiel	Länge ab Karunkel- stiel bis Spitze Plazentom	Hyperechogener Randsaum
Plazentom									
Plazentom									
Plazentom									

Hornspitze	Myometrium zw. Plazen- tomen	Endometrium mit Allanto- chorion zw. Plazentomen	Myometrium Plazentom	Höhe Plazentom	Breite Plazentom	Länge Karunkel- stiel	Breite Karunkel- stiel	Länge ab Karunkel- stiel bis Spitze Plazentom	Hyperechogener Randsaum
Plazentom									
Plazentom									
Plazentom									

Nichtfruchttragendes Uterushorn

Zervixnah	Myometrium zw. Plazen- tomen	Endometrium mit Allanto- chorion zw. Plazentomen	Myometrium Plazentom	Höhe Plazentom	Breite Plazentom	Länge Karunkel- stiel	Breite Karunkel- stiel	Länge ab Karunkel- stiel bis Spitze Plazentom	Hyperchogener Randsaum
Plazentom									
Plazentom									
Plazentom									

Nahe Corpus uteri	Myometrium zw. Plazen- tomen	Endometrium mit Allanto- chorion zw. Plazentomen	Myometrium Plazentom	Höhe Plazentom	Breite Plazentom	Länge Karunkel- stiel	Breite Karunkel- stiel	Länge ab Karunkel- stiel bis Spitze Plazentom	Hyperchogener Randsaum
Plazentom									
Plazentom									
Plazentom									

Horn	Myometrium zw. Plazen- tomen	Endometrium mit Allanto- chorion zw. Plazentomen	Myometrium Plazentom	Höhe Plazentom	Breite Plazentom	Länge Karunkel- stiel	Breite Karunkel- stiel	Länge ab Karunkel- stiel bis Spitze Plazentom	Hyperchogener Randsaum
Plazentom									
Plazentom									
Plazentom									

Hornspitze	Myometrium zw. Plazen- tomen	Endometrium mit Allanto- chorion zw. Plazentomen	Myometrium Plazentom	Höhe Plazentom	Breite Plazentom	Länge Karunkel- stiel	Breite Karunkel- stiel	Länge ab Karunkel- stiel bis Spitze Plazentom	Hyperechogener Randsaum
Plazentom									
Plazentom									
Plazentom									

Einteilung der Echogenität der fetalen Flüssigkeiten

Grad 1:	weiss	(stark echoreich oder hyperechoisch)
Grad 2:	hellgrau	(echoreich oder hyperechoisch)
Grad 3:	dunkelgrau	(echoarm, hypoechoisch mit wenigen hyperechoischen foci suspendend in anechoischem Medium)
Grad 4:	schwarz	(echofrei, anechoisch)

(nach McKinnon et al., 1988)

Amnion:

Allantois:

Einteilung der Echogenität der Plazentome

Grad 1:	weiss	echoreich oder hyperechoisch mit Schallschatten)
Grad 2:	hellgrau	(echoreich oder hyperechoisch)
Grad 3:	mittelgrau	(mittelgradig echogen oder isoechoisch)
Grad 4:	dunkelgrau	(echoarm oder hypoechoisch)
Grad 5:	schwarz	(echofrei oder anechoisch mit Schallverstärkung)

(aus „Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind“, Ueli Braun)

Danksagung

Allen Personen, die mich unterstützt und zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben, danke ich ganz herzlich, insbesondere

Herrn Prof. Dr. Wolfgang Kähn für die Überlassung des interessanten Themas.

Herrn Prof. Dr. Ulrich Bleul für die Übernahme des Referats, die wertvollen Anregungen und die Beantwortung vieler Fragen.

Herrn Prof. Dr. Alois Boos für die Übernahme des Korreferats und die Hilfsbereitschaft für das Aussuchen und Abfotografieren histologischer Bilder.

Herrn Prof. Dr. Michael Hässig für die wertvolle Hilfe bei der statistischen Auswertung.

Herrn Urs Müller für die tatkräftige Unterstützung bei der Anfertigung der Gefrierschnitte sowie der wertvollen Tips beim Fotografieren der Gefrierschnitte.

Frau Jeanne Peter für die hilfreiche Unterstützung bei der Bearbeitung und Beschriftung der Ultraschallbilder und Gefrierschnittfotos.

Herrn Bruno Gerzner für die Bereitstellung trächtiger Schlachtuteri.

Herrn Michael Seiberlich für die geduldige Hilfe sowohl bei Computerproblemen als auch bei statistischen Schwierigkeiten.

Meiner Familie für die Motivation, Unterstützung und die gute Zusprache.

Lebenslauf

Name	Susanne Peterson
Geburtsdatum	08.04.1977
Geburtsort	Karlsruhe, Deutschland
Nationalität	deutsch
1983-1987	Grundschule in Karlsruhe
1987-1996	Humboldtgyrnasium in Karlsruhe
1996	Abitur
1996-1998	Ausbildung zur staatlich anerkannten Europasekretärin an der Merkur Akademie in Karlsruhe
1998-2004	Studium der Veterinärmedizin an der Justus-Liebig-Universität Giessen, Deutschland
2004	Staatsexamen der Veterinärmedizin
2004-2008	Assistentin und Doktorandin an der Klinik für Fortpflanzungsmedizin, Departement für Nutztiere, Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Schweiz
2009-2010	Assistentin an der Klinik für Fortpflanzungsmedizin, Abteilung für Kleintiere, Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Schweiz
2011-2012	Internship an der Klinik für Kleintiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Schweiz
Seit März 2012	Assistentin an der Klinik für Zoo-, Heim- und Wildtiere der Vetsuisse-Fakultät Universität Zürich, Schweiz
Dezember 2012	